

CHAPITRE I

INTRODUCTION À LA BIOLOGIE ANIMALE

Avant d'aborder la biologie animale, il faut tout d'abord exposer les critères qui définissent la biologie et le règne animal.

I- PLACE DE L'ORGANISME ANIMAL DANS LE MONDE VIVANT

I-1 QUELQUES DÉFINITIONS

- ❖ *Le mot biologie est défini comme l'étude de la vie. Plus spécifiquement, c'est l'étude des organismes vivants.*
- La vie se présentant sous tellement de formes et à des échelles si différentes que la biologie couvre un très large spectre, qui va du niveau moléculaire, en passant par celui de la cellule, puis de l'organisme, jusqu'au niveau de la population et de l'écosystème.
- Ces différents niveaux montrent que le domaine du vivant est fortement hiérarchisé et au fur et à mesure que la vie progresse, la biologie se spécialise en de multiples domaines, tous plus ou moins liés.
- Les disciplines étudiant les différentes échelles d'organisation et de fonctionnement des êtres vivants sont, globalement, les suivantes :
 - la **biochimie** étudie les biomolécules et les réactions chimiques ayant lieu au sein des cellules;
 - la **génétique** étudie la transmission des caractères à travers les générations d'individus (l'hérédité);
 - la **cytologie** étudie les cellules en particulier;

- l'**histologie** étudie les différents types de tissu et les cellules les composant;
 - l'**anatomie** étudie l'agencement de ces différents tissus;
 - la **physiologie** étudie le fonctionnement général des organismes vivants, de leurs organes et de leur organisation, de leurs structures et de leurs tissus;
 - l'**écologie** étudie les interactions entre les êtres vivants et leur environnement;
 - la **biologie des populations** étudie les populations d'êtres vivants.
- Parmi les disciplines étudiant la diversité et l'évolution des êtres vivants signalons:
- la **systématique** ou **taxinomie** décrit les caractères distinctifs des êtres vivants et les regroupe en entités appelées **taxons** (familles, genres, espèces, etc.) afin de pouvoir les nommer et les classer;
 - la **microbiologie** étudie la diversité des microorganismes, soit les Archées, les Eubactéries et les Protozoaires;
 - la **zoologie** étudie le règne animal;
 - la **botanique** étudie les règnes des plantes et des mycètes;
 - la **paléontologie** étudie les restes fossiles des êtres vivants;
 - la **biologie de l'évolution** étudie les modifications génétiques acquises par les êtres vivants au fil des générations.
- À ces disciplines fondamentales doivent s'ajouter des aspects multidisciplinaires:
- la **biophysique** qui étudie le fonctionnement des êtres vivants au moyen de théories et/ou de modèles physiques;
 - la **biologie moléculaire** qui étudie les mécanismes de fonctionnement de la cellule au niveau moléculaire. Elle se rapproche de la biochimie et de la génétique au niveau moléculaire;

- la **biogéographie** qui étudie la vie et la répartition des êtres vivants à la surface du globe.
 - Enfin, mentionnons les **biotechnologies**, comme l'application de la science et de la technologie aux organismes vivants et à d'autres matériaux, pour la production du savoir, de biens et services à grande échelle et l'**agronomie**, application de la science et de la technologie à l'agriculture et l'agro-alimentaire.
- ❖ *La biologie animale est la partie de la **biologie** qui s'intéresse plus particulièrement aux **animaux** et qui se distingue ainsi de la **biologie végétale** ou de la **biologie cellulaire**.*
- Elle comprend non seulement la **zoologie**, mais aussi la **physiologie animale**, les **neurosciences**, l'**éthologie**, la **zootechnie** etc...et même les sciences biomédicales (si on considère l'espèce humaine) et vétérinaires font partie intégrante de la biologie animale.
- ❖ *La zoologie est une science qui étudie le monde animal, la diversité, la structure, le comportement, la reproduction, le développement, l'origine, la répartition et le rapport des animaux avec leur environnement.*
- Elle fait appel à différents disciplines tels que la morphologie, l'anatomie, l'histologie, l'écologie, l'éthologie, la génétique...
- ❖ *Un être vivant est un organisme ou un individu capable de respirer, de se nourrir, de grandir, de se reproduire et enfin de mourir.*
- Les êtres vivants regroupent, globalement, le règne végétal et le règne animal.
- Les principales différences entre les végétaux et les animaux résident dans le fait que les animaux sont mobiles au moins pendant une période de leur vie (au cours du cycle biologique).

D'autre part, ils ne réalisent pas la photosynthèse comme c'est le cas des végétaux.

- ❖ *Un animal est donc un être vivant hétérotrophe, organisé, élémentaire ou complexe, doué de sensibilité et de mouvement.*

I-2- CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ÊTRES VIVANTS (C P G A S M E) **LIMITES ENTRE LE MONDE VIVANT ET LE MONDE INERTE**

- Les progrès réalisés dans l'étude des **propriétés des êtres vivants** ont permis d'établir que la matière vivante est agencée selon une **hiérarchie de structures**, depuis les éléments moléculaires fondamentaux jusqu'aux organismes les plus complexes.
- Les êtres vivants, animaux, végétaux et bactériens possèdent certains **caractères** qui leur sont propres et qui permettent de distinguer le monde vivant de la matière (monde) inerte.
- On considère que le vivant est défini par trois points principaux:
 - similitudes dans leur organisation,
 - capacités d'assimilation et de reproduction
- De plus, six caractéristiques permettant de tracer une ligne entre le vivant et le non-vivant sont généralement reconnues : Aucune de celles-ci n'est suffisante pour, à elle seule, désigner un être vivant, il faut donc les considérer dans l'ensemble.

1/ Organisation cellulaire : les organismes sont composés d'une ou de plusieurs cellules (C) (complément 1)

2/ Reproduction: les organismes produisent plus d'organismes de leur propre genre (P)

3/ Croissance et développement: Les organismes grandissent et se développent (G) Croissance unicellulaire et multicellulaire, mitose, méiose...

4/ Adaptation: les organismes s'adaptent à leur environnement (A)
(Toute caractéristique d'un organisme qui l'aide à survivre ou vivre en succès dans son environnement est nommée une adaptation).

5/ Homostasie: les organismes répondent aux stimuli (S)
(complément 2).

6/ Métabolisme : les organismes échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement (ME)

- *Chez les organismes animaux, en plus des fonctions nécessaires à la vie (respiration, circulation, excrétion, régulation hormonal et nerveux...) s'ajoute la locomotion et la perception (prise en contact avec leur environnement grâce aux structures sensorielles pour s'orienter, détecter la nourriture, détecter un prédateur).*

L'organisme animal pourrait être considéré comme une machine biologique en interaction avec son milieu de vie. Ses grandes fonctions vitales s'articulent pour élaborer un système fonctionnel.

II- LIMITE ENTRE VÉGÉTAUX ET ANIMAUX

- Pour définir les animaux, il est classique de les opposer aux végétaux en utilisant deux critères : la mobilité et la nutrition. Les végétaux sont immobiles autotrophes et les animaux sont mobiles pendant au moins une période de leur cycle de développement et sont hétérotrophes.
- Le passage du règne végétal au règne animal est accompagné de l'apparition de nouveaux systèmes organiques (système digestif, système nerveux, système musculaire.....) qui permettent de rechercher efficacement la nourriture et d'échapper aux prédateurs

- Ce système à deux règnes apparaît comme une évidence; cependant, pour les organismes unicellulaires, cette classification est insuffisante puisque certaines espèces sont à la fois dotées d'une capacité de locomotion et de celle de la photosynthèse (exemple de la présence de chloroplaste chez certains Protozoaires flagellés pendant au moins une période de leur vie, tels certaines Euglènes) ou d'autres caractéristiques des végétaux tels la paroi cellulosique de Noctiluques, Protozoaires flagellés microscopiques à corps globuleux munis d'un long flagellum)
- Il se dégage ainsi la notion de « **charnière** » (complément 3).

III- CLASSIFICATION DES ÊTRES VIVANTS ANIMAUX

III-1- INTRODUCTION

- Leur taille peut varier de quelques dixièmes de millimètre à quelques dizaines de mètres.
- Ils occupent tous les milieux y compris ceux présentant des conditions extrêmes. Les animaux présentent une diversité et un polymorphisme infini. Cependant nombreux caractères sont en commun (probablement le même ancêtre, fondamentalement les mêmes besoins, réagissent aux mêmes contraintes du milieu dans lequel ils vivent).
- La diversité impose une classification hiérarchique (planches 1,2)
Les animaux sont groupés par des caractères qui les réunissent.
- Cette classification se base sur 2 principes fondamentaux de l'évolution :
 - **La continuité** (c. à d toutes les formes dérivent les unes des autres): les animaux les plus simples, donnent par transformation, des animaux mieux organisés qui se

transforment eux-mêmes avec une organisation plus perfectionnée et ainsi de suite de sorte qu'il existe une continuité entre l'organisation la plus élémentaire et la plus complexe.

Les preuves de la continuité sont fournies par la cytologie, la biologie moléculaire et la paléontologie.

▪ **Le phylum**

- + Les animaux sont organisés d'après certains plans parfaitement individualisés que l'on dénomme phylum (phylon=groupement) ou clade (clados=branche).
- + Chaque phylum correspond à une étape de l'évolution du règne animal. On y regroupe tous les animaux présents et passés construits sur le même plan.
- + Ainsi, une première diversification du *phylum* conduit à la subdivision en plusieurs embranchements, l'*embranchement* en classes; chaque *classe* sera scindée en *ordres*. Ensuite vient le niveau *famille*, suivi du genre et enfin l'*espèce* (planche 3).
- + L'**unité de base** de la systématique des êtres vivants est l'**espèce**.
- + Une **espèce biologique** est définie comme « un ensemble d'êtres vivants qui sont semblables entre eux, présentant une uniformité héréditaire ou génétique et qui sont potentiellement interféconds dans des conditions naturelles ».
- + Exemple de classification (planche 4).

III-2- QUELQUES NOTIONS DE SYSTÉMATIQUE

- Pour classer les informations dont ils disposaient sur le monde vivant, les biologistes ont inventé La **systématique**, l'étude de la diversité biologique a, entre autres, pour objet celui de reconstituer la phylogénie.
- la **taxinomie**, (ou *taxonomie*), du Grec « *taxis* » = ordre, arrangement et « *nomos* » = loi), correspond à la science des lois de la classification des formes vivantes. Elle a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en **taxons** afin de les identifier puis les nommer et enfin les classer.
- La **phylogénie** correspond à l'étude des liens existant entre espèces apparentées.
 - + L'évolution a fait apparaître de nouvelles espèces à partir d'espèces ancestrales (disparues ou non) : c'est le principe de la spéciation.
 - + Cette spéciation est due à une évolution génétique et à l'intervention en second lieu de mécanismes biologiques dont la sélection naturelle.
 - + C'est la phylogénie qui étudie les filiations au cours des temps géologiques des différentes espèces actuelles.
 - + Grâce à elle, il est possible de retracer les principales étapes de l'évolution des organismes depuis un **ancêtre commun** et ainsi de classer plus précisément les relations de **parentés** entre les êtres vivants.
 - + De manière à mieux se figurer la parenté entre espèces, la phylogénie est représentée sous forme d'un **arbre phylogénétique**. C'est un **arbre** schématique qui montre les relations de parentés entre des groupes

d'êtres vivants. Chacun des nœuds de l'arbre représente l'ancêtre commun de ses descendants (planches 5, 6, 7, 8).

L'arbre phylogénétique présente les relations de parenté entre organismes vivants. Il montre qui est proche de qui, et non pas qui descend de qui. Il permet d'identifier les homologues et les homoplasies.

III-3- NOMENCLATURE BINOMIALE

- A priori le nom commun ou vernaculaire doit suffire. Cependant, l'existence de différentes nominations régionales d'une même espèce, impose l'adoption d'une nomenclature universelle à savoir la nomenclature binomiale.
- Il s'agit d'un nom latinisé composé du nom de genre, commençant par une majuscule, suivi d'un qualificatif d'espèce en minuscule, puis de l'initiale ou du nom du scientifique qui a décrit l'espèce en premier et enfin de la date de description.
- Exemple de nomenclature binomiale : Homo sapiens (Linné, 1758).

IV- LES PREMIÈRES SUBDIVISIONS DU RÈGNE ANIMAL

La subdivision du règne animal prend en compte plusieurs critères

IV-1- NOMBRE DE CELLULES

- Les animaux les plus primitifs sont des organismes simples **unicellulaires**. Ils constituent le sous phylum des **Protozoaires**.
- Le sous phylum des **Métazoaires** est formé par des animaux pluricellulaires plus complexes et plus évolués que les Protozoaires.

IV-2- NOMBRE DE FEUILLETS EMBRYOLOGIQUES

- Considérant les seuls Métazoaires, la première subdivision est basée sur des critères embryologiques. Ainsi, après la fécondation, l'œuf subit plusieurs mitoses et donne une blastula (formée de plusieurs c/ collées).
- Les c/ de la blastula migrent pour former deux feuillets cellulaires en cercles concentriques : ectoderme (externe), l'autre interne ou endoderme.
Ce stade peut être le stade final de certains Métazoaires, appelés pour cette raison, **Métazoaires diploblastiques**. La blastula est creusée en son milieu d'une cavité ou blastocoele.
- Les autres animaux de ce sous phylum acquièrent un 3^{ème} feuillet entre l'endoderme et l'ectoderme, le mésoderme. Ce sont les **Métazoaires triploblastiques**.

IV-3- DEVENIR DU MÉSODERME

- Le mésoderme peut soit remplir tout l'emplacement du blastocœle chez les **Acoelomates**.
- Soit n'occuper qu'une partie seulement du blastocœle (présence d'amas de c/ séparés de cavités). C'est le cas des **Pseudocœlomates**.
- Il peut aussi former un feuillet creux plaqué contre l'ectoderme d'une part (feuillet pariétal) et contre l'endoderme d'autre part (feuillet viscéral). Ce dernier groupe d'animaux correspond aux **Cœlomates** (planches 9a, 9b, 9c).

IV-4- DESTINÉE DU BLASTOPORE

- La destinée du blastopore permet de distinguer 2 lignées différentes:

- Les **Protostomiens** (le blastopore représente la bouche et l'anus est une néoformation).
- Les **Deutérostomiens** (le blastopore correspondra à l'anus et la bouche serait formée ultérieurement au cours du développement embryonnaire).

IV-5- POSITION DU TUBE NEURAL PAR RAPPORT AU TUBE DIGESTIF

- Les êtres vivants animaux à tube neural ventral constituent les **Hyponeuriens**.
- Par opposition les **épineuriens** possèdent un système nerveux dorsal par rapport au tube digestif.
- Enfin, le tube neural des **épithélioneuriens** est lié à l'épithélium, tissu de protection (planche 10 et 11).

CHAPITRE II

LES PROTOZOAIRES

I- DÉFINITION ET PARTICULARITÉS CYTOLOGIQUES

I-1 DÉFINITION

- En biologie, le terme **Protozoaire** (du grec proto- (« premier ») et du suffixe -zoa (« animal »)) désigne les premiers êtres vivants animaux.
- Ce sont des organismes **eucaryotes unicellulaires**, généralement **hétérotrophes** se nourrissant, selon les espèces, par osmose (organismes osmotrophes), par phagocytose (organismes phagotrophes) ou par microphagie (organismes à cils).
- Les Protozoaires groupent à la fois des organismes unicellulaires microscopiques et certains organismes visibles à l'œil (5 mm maximum). Cette taille est dépassée chez les espèces coloniales ou chez des syncytium (ou plasmode = ensemble cytoplasmique pluricellulaire non cloisonné en cellules).
- Très polymorphes, les Protozoaires ont conquis et se sont adaptés à tous les milieux de vie. Ils vivent essentiellement dans l'eau ou dans les sols humides ou à l'intérieur d'un organisme (dans le mucus pulmonaire, l'intestin, la panse de certains animaux...).
- Il y a des formes libres, des formes symbiotiques et d'autres parasites. Ces derniers, sont connus pour être responsables de nombreuses maladies telles que le paludisme, la maladie du sommeil, la toxoplasmose, certaines **dysenteries**, telle l'**amibiase** etc....

- Leur reproduction, sexuée ou asexuée, est très complexe.

N.B : *Bien qu'unicellulaires, les Protozoaires constituent à eux seuls des êtres **autonomes**.*

- Etant très différenciée, La cellule assure (seule grâce à des organites : contractiles, squelettiques, excréteurs, digestifs, locomoteurs,...) de nombreuses fonctions nécessaires à la **vie**.

Ces dernières fonctions physiologiques sont normalement réalisées par des organes, voir des systèmes d'organes chez les Métazoaires.

N.B: *La cellule du Protozoaire n'est donc pas comparable à une cellule constitutive du Métazoaire, mais à un Métazoaire lui-même en tant qu'organisme.*

I-2- PARTICULARITÉS CYTOLOGIQUES

- Chez les Protozoaires, les organites cellulaires se subdivisent en organites membranaires et organites fibrillaires (**planche 1**):
- **Les organites membranaires:** il s'agit d'organites communs à toutes les cellules (mitochondries, appareil de Golgi, réticulum endoplasmique,...) et des organites qui leur sont particuliers responsables en partie de l'autonomie de la cellule Protozoaire (vacuoles digestives, vacuoles pulsatiles).
 - ✚ *Gastrioles ou v. digestives*, formations **temporaires**, sont des vésicules d'endocytose (pinocytose ou phagocytose) et d'exocytose. Elles assurent la digestion des aliments ingérés et l'expulsion des déchets de la digestion par exocytose (**complément 1**).

+ *Vacuoles contractiles ou pulsatiles*: ce sont des vésicules permanentes, de structure complexe, à emplacement fixe et à activité rythmée (**complément 2**).

Ce sont des organites, sous forme de cavités, pleines de liquide et limitées par une membrane simple.

- **Les organites fibrillaires**: cils, flagelles et structures associées. Ils sont surtout développés dans les groupes possédant un appareil locomoteur différencié de type ciliaire ou flagellaire.
- **Les extrusomes**: chez de nombreux Ciliés et Flagellés, ce sont des structures plus ou moins compliquées, élaborées par le cytoplasme et peuvent être éjectées en réponses à certains stimuli.

Ni membranaires, ni fibrillaires, ces structures ovoïdes sont localisées dans la zone ectoplasmique même si elles sont d'origine endoplasmique.

Chez les Ciliés, ces extrusomes (ou trichocystes sensu lato), considérés comme des organites de **défense**, regroupent diverses formations éjectables (**planche 2**):

- + Akontobocystes ou trichocystes lanceurs à action mécanique.
- + Toxicystes à action chimique par l'intermédiaire de toxines.
- + Mucocystes à action chimique paralysante par l'intermédiaire de mucus (produits visqueux collants).

- **Autres structures**: En dehors des organites ci-dessus, signalons chez les Protozoaires la présence:
 - + d'inclusions inertes (lipides, glucides, protides, concrétions minérales de nature calcique);

- ✚ des formations extracellulaires: il s'agit de sécrétions variées formant une enveloppe de mucus ou un véritable squelette externe (coquilles, tests de certaines amibes, Foraminifères, Actinopodes) (planche 3).

II- QUELQUES FONCTIONS BIOLOGIQUES DES PROTOZOAIRES

II-1- LOCOMOTION

- Chez les Protozoaires, la locomotion étant fondée sur l'action des cils et des flagelles, la plupart des espèces glissent sur le substratum.
- Des adaptations particulières sont à signaler. Il s'agit de l'apparition de puissants cirres, ou cils agglutinés, entraînant soit une véritable marche sur des objets, soit d'extraordinaires sauts en arrière.

II-2- NUTRITION

- Les modalités de la nutrition chez les Protozoaires sont très variées et permettent de les séparer en deux groupes: les osmotrophes (la nourriture se fait par osmose à travers la membrane cellulaire) et les phagotrophes (se nourrissant par endocytose).
- La microphagie caractérise la plupart des Ciliés.
- Ce régime alimentaire impose l'existence de certains organites complexes assurant l'ingestion des aliments. Citons d'abord le **péristome**, sorte d'invagination de la surface du corps, au fond de laquelle se trouve l'ouverture buccale proprement dite ou **cytostome**, qui se prolonge à son tour par un canal, le **cytopharynx**.

- Les battements des cils du péristome et du cytopharynx entraînent les proies (généralement de petite taille) au niveau de l'endoplasme où elles sont englobées dans une petite vacuole digestive ou gastriole.
- Après digestion des particules assimilables, les déchets seront éliminés en un point bien déterminé de la paroi ectoplasmique, le **cytoprocte**). Ce régime alimentaire étant la microphagie (planche 1)

III- DONNÉES ÉCOLOGIQUES

III-1- FORMES LIBRES

- Dans la biosphère, le rôle écologique des Protozoaires est très important. En effet, nombre de Protozoaires libres occupent une place essentielle dans différents niveaux d'une chaîne trophique.
- Les Protozoaires autotrophes (type Euglène) sont des producteurs primaires. De nombreuses espèces se nourrissent d'algues et sont, ainsi, des consommateurs primaires ; d'autres sont des prédateurs de Protozoaires, de larves de Métazoaires et même de petits Métazoaires tels que des Rotifères.
- Détritivores, décomposeurs: ils stimulent les processus de décomposition de la matière organique et de sa minéralisation; ils agissent alors en synergie avec les bactéries et les champignons.

III-2- ASSOCIATIONS AVEC D'AUTRES ORGANISMES

- Selon les espèces, les Protozoaires peuvent établir des associations plus ou moins lâches (phorésie) ou au contraire très étroites (symbiose, parasitisme) avec d'autres êtres vivants.

- **Phorésie:** De nombreux Protozoaires vivent à la surface d'autres êtres vivants (ex: Vorticelle) (planche 4).

- **Symbiose:**

- ✚ De nombreux animaux phytophages parmi les Métazoaires ont des régimes alimentaires riches en polymères glucidiques qui nécessitent des équipements enzymatiques particuliers pour la dégradation de ces substances complexes.
- ✚ Dans bien des cas, ces animaux concourent à des micro-organismes variés (bactéries, Ciliés, Flagellés,...) en établissant des symbioses parfois spectaculaires.
- ✚ Les Protozoaires entretiennent un rapport à bénéfice réciproque avec leur hôte. On détaille deux cas :

Exemples d'association tripartite : **protozoaire + bactéries + termite** et **protozoaire + bactéries + mammifères ruminants** (complément 3).

- ✚ Dans tous les cas, les symbiotes sont localisés dans un segment du tube digestif qui devient une chambre de fermentation.

IV- SYSTÉMATIQUE SIMPLIFIÉE DES PROTOZOAIRES

- La systématique de l'embranchement des Protozoaires repose sur la nature de l'appareil locomoteur et sur les caractéristiques des cycles de développement. Elle est en pleine remaniements ces dernières années.
- Les Protozoaires peuvent être subdivisés en 4 classes: Rhizopodes, Flagellés, Sporozoaires et Ciliés.

CHAPITRE III

LES SPONGIAIRES

I- DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Les Spongiaires, plus connus sous le nom d'éponges, sont des Métazoaires archaïques, Diploblastiques dont la paroi du corps est constituée de deux nappes cellulaires (ectoderme et endoderme) séparées par une couche de mésoglée (gelée polysaccharidiques) et percée de multiples pores permettant la circulation du courant alimentaire (planche 1).
- Les **choanocytes**, cellules flagellées et à collerette, revêtent la cavité interne de l'animal et sont **spécifiques** de l'embranchement (planche 2).
- Les éponges possèdent la particularité d'avoir un squelette diffus qui leur permet de garder leur forme.
- Ce squelette est constitué de millions d'éléments microscopiques de nature calcaire, siliceuse ou fibreuse, les **spicules** (planche 3).
- La consistance des éponges, leur dureté et leur résistance mécanique dépendent de la nature de ce squelette interne (nature, densité et disposition des spicules), mais aussi de la teneur de l'éponge en **collagène** ou en **spongine** : seules les éponges possédant de la spongine sont élastiques.
- Les éponges constituent l'embranchement le moins évolué des Métazoaires, à la frontière entre le monde des Protozoaires (animaux unicellulaires) et le véritable monde des Métazoaires (animaux pluricellulaires).

- Elles illustrent l'une des premières expériences de vie multicellulaire. Ayant un **niveau cellulaire d'organisation**, elles sont formées de cellules faiblement attachées les unes aux autres qui ne forment pas de vrais **tissus**, même si elles sont organisées en couches distinctes.
- L'absence de points d'ancrage et de jonctions entre les cellules adjacentes, formant ces couches cellulaires, distingue l'organisation cellulaire des éponges de celle des organismes ayant de véritables tissus.
- Les diverses catégories de cellules constituant les Eponges ne présentent ni agencement fixe, ni cohésion; il s'agit de l'état **atissulaire** (planche 4).
- Par rapport aux organismes unicellulaires, les éponges bénéficient de la spécialisation cellulaire et de la division du travail entre les divers types de cellules.
- contrairement aux animaux plus évolués (y compris les Cnidaires, qui leur succèdent immédiatement dans l'arbre phylogénique), les Spongiaires sont dépourvus de tissus, d'organes et d'appareil définis. Ils ne possèdent ni **appareil génital**, ni **appareil respiratoire**, ni **appareil excréteur**. Le **système nerveux** est très primitif et diffus. De plus, les Eponges ne possèdent ni bouche, ni anus, ni d'ailleurs aucun organe **différencié**.
- Bien que ne possédant pas de mobilité, le système nerveux rudimentaire des éponges, leur permet de se contracter sur elles-mêmes et / ou d'ouvrir ou de fermer leurs ostioles ou leur oscule.
- Les Eponges sont microphages et la digestion est intracellulaire.

- La circulation d'eau au travers une éponge est considérable (plusieurs dizaines à centaines de litres d'eau par jour selon la taille). Cette circulation permet à l'éponge de respirer et de se nourrir.
- Les éponges présentent de multiples particularités, signalons:
 - La manière dont elles se reproduisent. Ils sont, soit gonochoriques, soit hermaphrodites suivant les groupes. A la reproduction sexuée s'ajoute une multiplication asexuée très active.
 - L'extraordinaire capacité de se reconstituer entièrement à partir d'un petit fragment. C'est comme un bouturage. Cette propriété est utilisée pour multiplier les éponges employées pour la toilette (*Euspongia*).

II- DESCRIPTION

- Les éponges sont des animaux aquatiques, sans aucune symétrie, de forme et de taille très variables complètement immobiles, généralement fixés au substrat (planche 5)
- Toutes les éponges présentent une surface totalement criblée de multiples trous ou pores inhalants (ostioles) par lesquels l'eau pénètre chargée de particules alimentaires et d'oxygène, dissout dans l'eau, avant de ressortir par un orifice unique appelé oscule.
- Les éponges sont généralement colorées, mais certaines sont blanches ou grisâtres.

III-ORGANISATION ET STRUCTURE HISTOLOGIQUE

- Le spongiaire classique est le type **olyntus** : c'est une amphore fixée par sa base. L'apex porte un orifice exhalant unique

(l'**oscule**). La paroi, percée de nombreux pores inhalants (**ostioles**).

- Suivant la complexité de la paroi et la position des choanocytes, se distingue différents stades (**pas de groupe systématique**): l'ascon, le sycon et le leucon.

III- 1- TYPE ASCON

- C'est le stade le plus juvénile de la plupart des éponges. Il n'y a ni organe ni appareil. La structure de la paroi est identique en tous points du corps. Elle est constituée de deux feuillets séparés d'une mésoglée (**planche 6a**).
 - **L'ectoderme** : formé de cellules aplaties jointives, les pinacocytes, recouvertes d'une fine cuticule. Entre les pinacocytes s'ouvrent les pores inhalants, formés par des porocytes (pour l'entrée d'eau).
 - **L'endoderme**, feuillet interne, tapisse toute la cavité gastrale (atrium ou spongocœle). Il est composé de choanocytes, c/ spécifiques des Spongiaires (**planche 7**).
 - + Ce sont des cellules pourvues d'un long flagelle et d'une collerette munie de nombreuses microvillosités ; C'est une structure d'absorption et de filtration.
 - + Les choanocytes créent un courant d'eau dans l'atrium, ce qui permet la capture de particules alimentaires dans la collerette, mais aussi, la circulation de l'oxygène dissout dans l'eau.
 - **La mésoglée**, de faible épaisseur, forme une gelée où circulent différents types cellulaires, totalement indépendantes.

- ✚ *Des scléroblastes* qui sécrètent les spicules formant le squelette de l'éponge. Ils peuvent être à 2 (diactines), 3 (triactines) ou 4 pointes (tétractines). Le spicule est d'abord intracytoplasmique puis s'accroît en dehors de la cellule. Plusieurs scléroblastes participent à cette sécrétion.
- ✚ *Des lophocytes* dont le corps cellulaire est prolongé d'un panache de fibres collagènes qu'ils sécrètent.
- ✚ *Des amoebocytes* (ou archéocytes) sont indifférenciés et totipotents, il peut donc y avoir une différenciation et une dédifférenciation. Ces cellules mobiles peu différenciées, pouvant évoluer en divers types cellulaires (déjà cités) et en cellules sexuelles (gonocytes). Elles ont aussi un rôle phagocytaire.
- ✚ *Des collencytes* qui sécrètent la mésoglée.
- ✚ *Des myoblastes* (en petit nombre) : ce sont des cellules contractibles.
- ✚ *Des cellules nerveuses*, diffuses

➤ Cette organisation n'est pas très **efficace**, pour deux raisons essentielles:

- Elle n'optimise pas le rapport surface de filtration/volume de l'éponge.
- L'atrium, dans lequel baignent les choanocytes, contient un mélange d'eau « fraîche », qui vient de pénétrer dans l'éponge et qui contient les particules nutritives, et d'eau « sale » contenant les déchets produits par l'éponge.

III- 2- TYPE SYCON

- Au fil de l'évolution, la structure des éponges s'est donc complexifiée afin de corriger les lacunes ci-dessus et d'aboutir à un système de filtration plus efficace. Le deuxième grand plan d'organisation correspond aux éponges, type *Sycon* (planche 6b). Elles se caractérisent par:
 - L'épaississement de la paroi du corps suite au développement du mésogée, l'atrium existe toujours, mais il est exempt de choanocytes.
 - La localisation des choanocytes dans des diverticules tubulaires qui débouchent dans l'atrium par des orifices: les apopyles. Il y a formation de canaux inhalants pour piéger l'eau chargée de particules alimentaires. L'éponge évite ainsi le mélange entre eau « fraîche » et eau « sale » » au niveau des choanocytes.
 - Ces diverticules accroissent également le rapport surface de filtration/volume de l'éponge par augmentation de la surface de contact entre l'eau et les cellules de l'animal, permettant une plus grande absorption de nourriture.

III- 3- TYPE LEUCON

- Organisation complexe. Chaque diverticule se divise en diverticules secondaires appelés « corbeilles ». Les choanocytes sont localisés au niveau de corbeilles vibratiles dispersées dans le mésohyle (planche 6c).
- Existence d'un réseau de canaux inhalants, conduisant l'eau des ostioles aux corbeilles vibratiles, et d'un réseau de canaux exhalants, drainant l'eau vers la sortie par les oscules (le prosopyle est l'orifice d'entrée de l'eau dans la corbeille vibratile, l'apopyle est l'orifice de sortie).

- Épaississement du mésenchyme. Il renferme le squelette organique (collagène) et minéral (spicules).
- Disparition du spongocoèle (ou atrium). L'éponge est constituée d'un ensemble de canaux. Plusieurs oscules peuvent être visibles sur un même individu. Le réseau interne y' est très complexe.

IV-QUELQUES FONCTIONS BIOLOGIQUES

IV-1 NUTRITION

Les choanocytes assurent d'une part la continuité du courant par battements des flagelles et d'autre part l'absorption et la filtration des particules grâce à leur collerette.

Les particules en suspension qui pénètrent dans l'éponge sont filtrées par les **choanocytes**. Le battement des flagelles crée un courant qui amène les particules au contact de la collerette des choanocytes où elles se collent à du mucus.

Le mucus chargé de particules est ingéré par le choanocyte

La digestion est intracellulaire, mais elle n'a pas lieu dans le choanocyte. La vacuole digestive contenant le mucus et les particules est plutôt transférée à un amibocyte.

C'est à l'intérieur de l'amibocyte que cette vésicule se fusionne à un lysosome et que la digestion a lieu.

Les éléments nutritifs sont redistribués par les amibocytes qui se déplacent soit vers la paroi extérieure pour nourrir les cellules du pinacoderme, soit vers la paroi interne pour nourrir les choanocytes (**planche 8.**)

N.B : *Le courant d'eau assure à la fois un apport de nourriture et le renouvellement des gaz respiratoires.*

V- CLASSIFICATION

- On reconnaît trois classes, selon la nature des spicules:
 - **Les éponges calcaires** (spicules composés de calcite).
 - **Les Hexactinellides** (spicules composés de silice hydratée),
 - **Les Démosponges** : le squelette est formé de spongine pouvant être associée à quelques spicules siliceux.

CHAPITRE IV

LES CNIDAIRES

I- NOTION D'EUMÉTAZOAIRES DIBLASTIQUES

- A la différence des Spongiaires, chez d'autres formes animales pluricellulaires, les cellules s'organisent et réalisent des ensembles plus spécialisés encore à savoir, les tissus.
- On y rencontre un tissu musculaire responsable des mouvements de l'animal, un tissu nerveux qui assure la coordination des fonctions, un tissu conjonctif de remplissage et un tissu épithélial assurant la protection. (complément 1).
- La structure fondamentale de ce dernier type tissulaire a conduit à la définition des vrais Métazoaires (ou Eumétazoaires).
- Les cellules y sont réparties en un épithélium, c'est-à-dire qu'elles sont jointives, prenant place côte à côte et reposent sur une structure commune responsable de la cohésion de l'ensemble (= lame basale ou tout simplement « la basale »).
- L'absence de l'organisation tissulaire a conduit à isoler les Spongiaires sous le nom de « Parazoaires » (qu'on oppose aux Métazoaires vrais ou Eumétazoaires).
- Les Eumétazoaires Diblastiques sont des Métazoaires à deux feuilletts embryonnaires. A la différence des Spongiaires, ils sont formés de tissus.

II- DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

II-1 DÉFINITION

- Les Cnidaires sont des Métazoaires Diploblastiques à symétrie radiaire, aquatiques avec, classiquement, un cycle polype fixé - méduse mobile.
- Leur tégument abrite un type cellulaire **urticant** caractéristique voir spécifique de l'embranchement « le **cnidoblaste** ».
Du grec « Knidos » signifiant «Ortie ». Le pouvoir urticant constitue leur principale particularité.

II-2 CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Les Cnidaires sont les plus primitifs des Eumétazoaires.
- Leur architecture générale rappelle celle des éponges de type *Ascon*. Contrairement aux éponges cependant, les Cnidaires ont de véritables tissus.
- Leur corps est constitué de deux assises cellulaires, l'ectoderme (couche protectrice externe) et l'endoderme (couche digestive interne), séparées par une lame de gelée (la mésoglée) qui contient peu de cellules et 95 % d'eau.
- Il est creusé d'une cavité générale et gastrique communiquant avec l'extérieur par un orifice unique (servant à la fois de bouche et d'anus) entouré de tentacules.
- Les Cnidaires n'ont pas encore d'appareil respiratoire, excréteur ou circulatoire. Leur système nerveux est élémentaire.

- Ces animaux simples peuvent être solitaires (anémones) ou vivre en colonie (coraux durs, gorgones) (planche 1).
- Leur cycle biologique est unique avec une alternance de générations entre une forme fixée (le stade polype) et une forme libre (le stade méduse). Le *Polype* donne naissance par voie asexuée à la forme libre ou *Méduse* qui se reproduit par voie sexuée pour redonner un polype.
- Les différentes classes de Cnidaires se distinguent par l'importance relative de ces deux stades. Il existe des groupes qui n'ont conservé que l'une de ces phases, d'autres montrent la prédominance de l'un ou l'autre des deux formes (polype ou méduse)(complément 2)(planche 2a, 2b).
- Les Cnidaires ont une très grande importance géologique et paléontologique. De nombreux groupes, fossiles ou actuels, ont contribué à la formation de récifs (complément 3).

III- ORGANISATION DE L'ADULTE

- Malgré les différences d'aspect, il est possible d'admettre que polype et méduse répondent grossièrement au même plan d'organisation (planche 3).
 - **La forme polype** se présente comme un petit sac dont l'ouverture, la bouche, est entourée d'une couronne de tentacules dans lesquels se prolonge la cavité gastro-vasculaire.
 - L'extrémité aborale se termine par le disque pédieux permettant aux polypes de s'attacher au substrat.
 - Par opposition aux méduses, la mésoglée est mince chez les polypes.
 - Enfin, Les polypes peuvent être solitaires ou coloniaux et acquérir alors, un polymorphisme des individus : c'est une

variation morphologique intraspécifique liée à la spécialisation des individus (planche 2b).

- **Forme méduse** a plutôt la forme d'un disque, résultant de l'aplatissement et de l'élargissement du type précédent et par un retournement du plan; la bouche devient ventrale, toujours entourée de tentacules.

Elle se caractérise par une face aborale (face opposée à la bouche) fortement élargie prenant une forme convexe : c'est l'*Ombrelle*. La face orale est concave.

L'ouverture de la face orale peut être rétrécie par une sorte de diaphragme, le *vélum*, constitué d'un repli d'ectoderme rempli de mésoglée. Cette mésoglée, épaisse dans l'ombrelle, réduit la cavité gastrique à un réseau de canaux.

IV- STRUCTURE HISTOLOGIQUE DES CNIDAIRES

- Les cnidaires sont des organismes **diploblastiques**, formés à partir de deux feuillets **cellulaires** embryonnaires seulement, l'**endoderme**, l'**ectoderme** séparés par la **mésoglée** (planche 4).


IV-1 ECTODERME


- Le feuillet externe ou **épiderme**, d'origine ectodermique, est constitué de quatre sortes de cellules :
 - **Cellules épithélio-musculaires**: reposent sur une lame basale commune. Elles possèdent des fibres de muscles lisses en faisceau (**myonèmes**) qui permettent l'étirement et donc la rétractation. Ces cellules contiennent également des granules de sécrétion du mucus qui protège l'organisme.
 - **Les cellules neurosensorielles**, ce sont des cellules qui portent un cil sensoriel à leur pôle apical et sont reliées à

des fibres et cellules nerveuses du mésoglée. Leur stimulation déclenche les mouvements de l'animal et entraîne le déploiement du harpon des cellules urticantes (mouvement le plus rapide du règne animal).

- **Les cellules interstitielles**, isolées ou en amas, elles restent à l'état de pluripotence et servent à remplacer des cellules mortes ou abîmées et sont aussi à l'origine des cellules germinales ou gonocytes.


- **Les cnidoblastes** (cellules urticantes) (planche 5)


-  correspondent à un type cellulaire qui, outre son cytoplasme et son noyau, comporte une capsule spéciale, le *cnidocyste*, et un filament protoplasmique faisant saillie à l'extérieur, le *cnidocil*.

-  La paroi de la capsule est double.

- ✓ Au niveau du pôle extérieur, la couche interne s'invagine à l'intérieur de la capsule et forme un long filament dont la base renflée, la *hampe*, porte des crochets. La partie distale du filament, enroulée autour de la hampe, correspond au *filament urticant*.

- ✓ La couche externe du cnidocyste est également interrompue vers le pôle extérieur et ménage une ouverture normalement fermée par un opercule.

-  La capsule renferme un liquide urticant et venimeux pour les proies dont se nourrissent les Cnidaires.

-  Quand une proie frôle le cnidocil, il se produit une excitation :

- ✓ provoquant la dévagination de la hampe et du filament urticant, à travers l'orifice dont l'opercule

est éjecté par une contraction violente des cellules myoépithéliales proches.

- ✓ Le filament ainsi dévaginé colle à l'intrus (proie) grâce à ses barbillons; les épines perforent sa chair et les toxines sont injectées.

✚ Ce phénomène se déroule à l'échelle de la milliseconde. Les cnidoblastes des Cnidaires sont un excellent moyen de défense. Les toxines relâchées par les cnidoblastes peuvent provoquer des brûlures douloureuses. Le cnidoblaste ne sert qu'une seule fois (planche 6).

IV-2- MÉSOGLÉE

- Entre les deux couches principales, se trouve une couche intermédiaire de gelée anhiste, la mésoglée. Elle résulte de la sécrétion des cellules ectodermiques et se compose principalement d'eau et renferme les cellules nerveuses. Il s'agit d'un « système nerveux » très primitif.

IV-3- ENDODERME

- Le feuillet interne ou **endoderme**, d'origine endodermique, aussi appelé **gastroderme** (lieu de la digestion) joue un rôle digestif ; il se compose des 4 types de cellules suivants :

- **Cellules digestives** (Cellules myoépithéliales) contenant des myonèmes, des vacuoles de pinocytose et ayant des flagelles (afin d'amener la nourriture jusqu'à l'organisme).

Le mouvement des flagelles provoque un courant d'eau dans la cavité gastrale. Ce courant entraîne les proies et permet le renouvellement de l'eau (rôle digestif et respiratoire).

- **Cellules glandulaires**: contenant des granulations d'enzymes protéolytiques (destruction des protéines), elles assurent la prédigestion des particules alimentaires qui seront phagocytées par les cellules digestives flagellées tapissant la cavité gastro-vasculaire.
- **Cellules sensorielles** possédant un cil excitable apical et des prolongements basaux en relation avec les neurones et les cellules myoépithéliales par l'intermédiaire des liaisons.
- **Cellules interstitielles**: cellules souches des cellules glandulaires.

V- QUELQUES FONCTIONS BIOLOGIQUES DES CNIDAIRES

V-1- NUTRITION

- Classiquement, la nutrition comporte trois étapes: Apport des aliments, ingestion et digestion.
- Les Cnidaires sont des animaux carnassiers qui se nourrissent de zooplancton, de protozoaires, et même de petits poissons.
- La nourriture leur est apportée par les courants (formes polypes) et par leur capacité à se déplacer (forme méduse).
- Ils capturent et immobilisent leurs proies grâce à l'inoculation du poison contenue dans le cnidocyte ce qui provoque la paralysie de la proie qui va être dirigée vers la bouche à l'aide des tentacules ou par des mouvements ciliaires.
- La digestion est à la fois extracellulaire et intracellulaire. Les cellules glandulaires de l'endoderme sécrètent du mucus et des enzymes digestives qui sont relâchées dans la cavité gastro-vasculaire.

- Le battement des flagelles permet de mélanger l'eau, la nourriture, et les enzymes contenues dans la cavité. Les particules alimentaires partiellement digérées (digestion extracellulaire) sont ensuite absorbées par les cellules digestives (**phagocytose**), et la digestion est complétée à l'intérieur des vacuoles digestives. La digestion devient donc « intracellulaire ».
- Chez beaucoup de Cnidaires des amœbocytes assurent le transport des substances nutritives.
- Les cnidaires sont qualifiés de macrophages voir de mégalo-phages, c'est à dire que la taille de la proie est relativement importante par rapport à la taille du prédateur un poisson pour une méduse.
- Chez les Cnidaires, il n'y a qu'une seule ouverture (à la fois bouche et anus) du tube digestif qui est qualifié de tube digestif « incomplet » ou de « sac digestif ». Cette structure n'est pas très efficace car la nourriture partiellement digérée, les rebuts de digestion, et les proies nouvellement ingérées sont mélangées dans la cavité gastro-vasculaire..

V-2- MOUVEMENT ET LOCOMOTION

- Des cellules *épithéliomusculaires* sont présentes dans l'ectoderme et dans l'endoderme. La présence d'une bouche pouvant se fermer (contrairement à l'oscule des éponges) permet aux Cnidaires d'avoir un « squelette hydrostatique » formé de l'eau qui emplit la cavité gastrovasculaire et des parois corporelles musculeuses de l'animal.

- L'orientation des fibrilles musculaires est longitudinale dans l'ectoderme et leur contraction provoque un raccourcissement de l'animal. Dans l'endoderme elle est circulaire et la contraction des fibres provoque un allongement de l'animal et de ses tentacules.
- Les polypes sont généralement fixés. Cependant, les hydres et les anémones de mer vont fréquemment se détacher du substrat pour se déplacer vers des endroits plus favorables
 - soit par glissement ou en "nageant" (en ramant à l'aide de leurs tentacules : cas des anémones de mer).
 - soit par un déplacement par basculement ou par arpentage (comme l'hydre) Elle se courbe pour venir s'appuyer sur la région orale puis elle décolle la sole qu'elle va coller un peu plus loin en se courbant à nouveau dans la direction du déplacement (**planche 7**).
- Les méduses sont beaucoup plus mobiles. Les courants marins sont en fait leur principal mode de locomotion. Elles doivent toutefois se maintenir dans la colonne d'eau. Elles y parviennent de façon passive et active.
 - Passivement, chez les méduses, l'épaisseur de mésoglée leur confère une densité légèrement supérieure à celle de l'eau : elles "coulent" donc lentement.
 - Plus activement, elles peuvent nager par contractions prononcées des muscles de l'ombrelle qui chassent l'eau situé sous l'ombrelle ce qui a pour effet de propulser la méduse en avant.

V-3-REPRODUCTION

- Typiquement, il y a une phase sexuée et une phase asexuée.
 - **Asexuée** : Les polypes se multiplient de façon asexuée par bourgeonnement, division (longitudinale et

transversale) et régénération. Chez certaines espèces où la phase méduse est majoritaire, il y a un phénomène de *strobilation* ou *strobilisation* (multiples étranglements du polype permettant de libérer les petites méduses).

- **Sexuée:** Les méduses se multiplient de façon sexuée. Les gonades se forment dans la paroi inférieure des canaux radiaires et produisent des gamètes qui sont relâchés dans l'eau. La fécondation est donc externe. Le zygote se développe en larve *planula* qui est ciliée et planctonique. La planula se fixe sur un support, s'aplatit, puis s'allonge en prenant la forme d'un polype. La bouche se perce à la partie supérieure, les tentacules se forment à partir de cet orifice.

VI- ASSOCIATIONS

- Les cnidaires sont les champions de l'association. Si l'association des grandes anémones tropicales avec les Poissons-klowns est bien connue (**planche 8**), tous les cnidaires servent de refuge à de nombreuses espèces animales.
- Parmi les anémones, les gorgones, les coraux, on trouve des Crustacés, des coquillages, des poissons, etc...
- Les hôtes des cnidaires sont en général de petite taille, et parfaitement mimétiques.
- Les coraux des mers chaudes battissent les formidables barrières de corail grâce à des algues microscopiques, les zooxanthelles, qui fixent le calcium de l'eau (**complément 3**).

VI- CLASSIFICATION DES CNIDAIRES

- Les Cnidaires

- Systématique

- Embranchement des Cnidaires

Classe des Hydrozoaires

Cavité gastrovasculaire en sac cylindrique simple
Forme polype prédominante, (Méduse parfois absente)



Classe des Cubozoaires

Cavité gastrovasculaire carrée (*cubique*)
Forme méduse prédominante, exclusivement marins



Classe des Scyphozoaires

Cavité gastrovasculaire quadrilobée
Forme méduse prédominante, exclusivement marins



Classe des Anthozoaires

Cavité gastrovasculaire divisée par des septa
Pas de forme Méduse (Anémones de Mer , Coraux)
Exclusivement marins



Classification

4 classes

- Hydrozoaires (polype domine, cnidocytes dans ectoderme
- Scyphozoaires (Méduse domine, cnidocytes dans ecto et endoderme
- Cubozoaires
- Anthozoaires (seulement polype)

CHAPITRE V

LES CTÉNAIRES OU CTÉNOPHORES

I- DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Les Cténophores (Ctenophora, du grec *ktenos*, « peigne » et *phorein*, « porter ») ou « cténaires » sont des Métazoaires diploblastiques aquatiques. Ce sont des formes libres et pélagiques.
- A la différence des Cnidaires, les Cténaires possèdent une ébauche de mésoderme vrai chez la larve, une symétrie bilatérale fondamentale et un type particulier de cellule, le colloblaste (cellule adhésive spécifique de l'embranchement).
- Ils se déplacent grâce à des **cils** locomoteurs alignés en 8 rangées sur des *plaques ciliées* et formant des *peignes*. Leur nom provient de cette structure en peigne (**planche 1**).
- De forme généralement globuleuse, les Cténaires délicats et fragiles, ont des aspects variés (ovoïde, en poire, en cloche, et même aplatie ou rubanée). (**planche 2**).
- Ils possèdent souvent des tentacules armés de colloblastes pour la capture du plancton, et sont doués pour la plupart d'une plus ou moins forte bioluminescence.
- Souvent confondus avec les méduses, les Cténaires sont aisément identifiables à leurs huit rangées de palettes ciliées locomotrices qui s'irisent à la lumière (**planche 3**).
- Ils sont généralement translucides et incolores, mais certaines espèces peuvent présenter des couleurs: rouge, orange, noir.

- Les Cténophores ne possèdent pas de système circulatoire différencié, ni d'organe respiratoire, ni de système excréteur. Les échanges gazeux et l'excrétion des déchets du métabolisme comme l'ammoniaque se réalisent au niveau de la surface entière de l'organisme par simple diffusion.
- La mésoglée est aussi parcourue par un réseau simple de cellules nerveuses (neurones), sans centre nerveux différencié. Ces neurones sont concentrés autour de la bouche, des tentacules (quand ils existent), des cténidies (rangées de peignes locomoteurs) et du statocyste.
- A reproduction généralement sexuée, les Cténaires sont, pour la plupart, hermaphrodites.

II- ORGANISATION GÉNÉRALE

- *Hormiphora plumosa* (ou cydippe) illustre bien l'organisation générale des Cténaires (planche 1).
- L'animal transparent, de la grosseur d'une cerise, se présente sous forme globuleuse. Au pôle antérieur s'ouvre la bouche fissiforme, à l'opposé se tient le statocyste (structure d'équilibration)
- D'un pôle à l'autre s'étendent huit bandes longitudinales équidistantes, les côtes, formées chacune d'une série de palettes vibratiles faites de cils agglutinés.
- En deux points opposés du corps se trouvent deux longs tentacules rétractiles dans des gaines et qui portent de courts prolongements latéraux: les tentilles. Ces dernières portent de nombreux colloblastes.

- Le colloblaste, étudié au microscope électronique, montre (planche 4):
 - en position antérieure une masse convexe en forme de cloche et une portion basale effilée. La surface convexe est couverte de deux couches de granulations glutineuses retournées vers l'extérieur;
 - à la base de la partie hémisphérique se trouve un granule, le corps sphéroïdal, en relation avec un filament rigide assez allongé ou « noyau »; un filament spiral, en contact aussi avec le corps sphéroïdal, naît dans le protoplasme périnucléaire. Il décrit deux ou trois tours de spire. Il traverse l'épiderme et va s'insérer sur la basale.
- Les statocystes correspondent à un système spécialisé servant aux Cténophores d'organe d'équilibration et qui contrôle aussi leurs mouvements. Il se trouve à l'extrémité opposée de celle de l'ouverture de la bouche.
- Chaque statocyste est formé d'une vésicule creuse tapissée intérieurement de cellules ciliées et renfermant un statolithe de nature chimique variée.

Ces cellules se répartissent en 4 groupes; chacun contrôle un quart de l'animal, soit 2 rangées de peignes.

III- ANATOMIE

- Leur organisation est diploblastique.
- Le feuillet externe, ou ectoderme, donne naissance à l'épiderme externe, constitué de deux couches de cellules, en grande partie recouvert par une couche protectrice de substance visqueuse sécrétée par des cellules glandulaires.

- L'**endoderme** (épiderme interne) entoure une cavité qui sert d'**estomac**, reliée à l'extérieur et à l'ouverture de la bouche par un **œsophage** long et étroit.
- L'espace situé entre les épidermes externe et interne est occupé par la **mésoglée**, une couche gélatineuse visqueuse et creusée d'un système de cavités et de canaux constituant l'appareil gastro-vasculaire.
- Ce système joue à la fois le rôle d'appareil digestif et d'appareil vasculaire en distribuant dans tout l'organisme les sucs nourriciers élaborés dans la cavité gastrique.
- La mésoglée sert aussi au stockage des nutriments et elle est parcourue par un réseau simple de cellules nerveuses (**neurones**), sans **centre nerveux** différencié.

IV- QUELQUES FONCTIONS BIOLOGIQUES

IV-1 NUTRITION

- Chez les Cténaires les tentacules, munis de cellules gluantes (portées par des tentilles sortes de ramifications des tentacules), permettent la capture des animaux dont ils se nourrissent.
- Ces cellules se déploient brutalement quand une proie entre en contact avec un tentacule : la proie commence par être collée sur les granules, le filament cytoplasmique en spirale se détend alors, projetant la partie apicale collante de la cellule vers la proie, qui sera alors capturée.
- Contrairement aux cnidocystes, les colloblastes ne sont pas détruits après usage: grâce à l'élasticité du filament cytoplasmique, ils peuvent, une fois débarrassés de la proie, reprendre leur position initiale.

- Les proies capturées sont prédigérées dans l'œsophage ou pharynx par de puissantes **enzymes**, puis leur **hydrolyse** s'achève dans l'estomac. Les déchets sont rejetés par la bouche. Dans l'entonnoir et les autres parties du système gastro-vasculaire ne passe qu'un suc assimilable.

IV-2 LOCOMOTION

- Les Cténaires sont formés de 99% d'eau, se déplacent en grande partie sous l'influence des courants d'eau.
-
- La *locomotion* des Cténaires est assurée par des cellules ciliées agglutinées en peignes et disposées sur 8 rangées ou palettes natatoires. Le battement coordonné des cils est à l'origine d'une onde irisée qui parcourt la rangée.

IV-3 REPRODUCTION

Ils sont hermaphrodites, les Cténaires libèrent leurs cellules reproductrices (spermatozoïdes et ovules) dans l'eau. Ils possèdent une larve (cydippide) caractéristique (**planche 5**).

CHAPITRE VI

LES PLATHELMINTHES

I-ÉTAT TRIPLOBLASTIQUE ET SES ACQUIS

- L'état triploblastique est caractérisé par l'apparition d'un 3^{ème} feuillet embryonnaire, le mésoderme, qui prend place entre l'ectoderme et l'endoderme.
- Le remplacement de la mésoglée par le mésoderme augmente la possibilité d'organisation. A partir des Triploblastiques, les tissus s'associent pour former des organes. Ces derniers coopèrent dans l'accomplissement de certaines activités vitales et l'ensemble des structures assurant une même activité constitue un appareil ou un système.
- Ce mésoderme forme, de façon primitive semble-t-il, un ensemble cellulaire plein, massif. On parle d'animaux triploblastiques **acoelomates** (Planche 1).
- Les aspects évolutifs les plus marquants de ces animaux sont:
 - L'acquisition de la symétrie bilatérale
 - Différenciation du niveau organe
 - Apparition de tissu musculaire qui perfectionne la contractibilité.
 - Différenciation d'un appareil génital développé et complexe (fécondation interne).
 - Apparition d'organes excréteurs (protonéphridies)
 - Perfectionnement progressif de l'appareil digestif
 - Acquisition d'une différenciation antéro-postérieure, caractérisée par la présence d'une ébauche de céphalisation, première étape de la cérébralisation, en plus d'une amélioration des organes de sens.

II-DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX (planche 1)

- Les Plathelminthes (du grec platys=plat et helmins=ver) sont des vers plats Triblastiques, Acoelomates, non segmentés à symétrie bilatérale.
- Ils sont aplatis dorso-ventralement ce qui augmente leur rapport surface/volume.
- Présence de cavité gastro-vasculaire. Quand il existe, le tube digestif ne présente qu'une seule ouverture. Il est ramifié dans tout le corps, parfois atrophié selon les types d'organismes.
- Absence de système circulatoire et respiratoire.
- Le parenchyme mésodermique, remplissant toutes les cavités (ou tissu d'emballage) compense cette absence, permettant le passage de cellule à cellule des nutriments et des gaz respiratoires.
- En effet, le mésenchyme comportent plusieurs sortes de cellules (C. mobiles, C. fixes de soutien, cellules à vacuole, déformables, néoblastes cellules souches etc.) qui assument diverses fonctions (phagocytose, respiration, fonction adipogénique et glycogénique).
- Enfin signalons aussi la présence de cellules à vacuole, déformables, dont la pression des vacuoles forme l'hydrosquelette.
- L'excrétion est assurée par des Cellules à flamme spécialisées : les protonéphridies.

- le système nerveux peut présenter un début d'organisation en ganglions : 2 ganglions cérébroïdes et 2 cordons nerveux ventraux reliés par des anastomoses
- Organes sensoriels (ocelles) sophistiqués chez les formes libres.
- Ils peuvent mesurer moins de 1 mm jusqu'au mètre.
- Il existe une forme de multiplication asexuée. mais la reproduction sexuée existe aussi. La fécondation est interne dans la cavité génitale et il n'y a pas d'autofécondation.
- Ils peuvent avoir un mode de vie libre comme les planaires, mais la majorité d'entre eux (environ 85%) sont parasites.
- Les espèces parasites sont plus évoluées que celles à mode de vie libre, et elles ont subi toute une série de transformations. Ce sont les Plathelminthes au mode de vie libre qui illustrent le mieux les caractéristiques de l'embranchement.
- Ce groupe comporte trois *principales* classes qui correspondent à des adaptations à un milieu précis: les Turbellariés, Les Trématodes et Les Cestodes.

III- PRÉSENTATION DU GROUPE

- Les différentes classes des Plathelminthes montrent une adaptation remarquable tant à la vie libre qu'au parasitisme de plus en plus poussée.
- Dans cette présentation, l'étude portera sur un Turbellarié, la planaire, vers plat libre et aquatique, afin de préciser les dérivés cytologiques des 3 feuilletts embryonnaires de ce premier Métazoaire Triploblastique.

- Dans un 2^{ème} volet l'analyse concernera les caractéristiques de deux autres clades de Plathelminthes à savoir les Trématodes et les Cestodes.

III-1- TURBELLARIÉS

- Les Turbellariés, à Corps aplati dorso-ventralement, généralement foliacé et jamais segmenté, sont des vers plats **libres** et essentiellement marins (**planche 2**).
- Ce sont des animaux doués d'un grand pouvoir de régénération et ce grâce à des cellules embryonnaires : les néoblastes qui sont capables de régénérer toutes les catégories cellulaires de ces vers.
- Ce sont des prédateurs ou des détritivores et ont donc un mode de vie libre.
- Leur épiderme est recouvert de cils dont les battements créent des tourbillons dans l'eau d'où leur nom.
- Leur tégument se compose d'un épithélium unistratifié et cilié uniquement sur la face ventral et les côtés (**planche 3**).
- Cet épithélium est constitué de cellules ciliées et glandulaires contenant des bâtonnets colorables. Ce sont les **Rhabdites**.
- Ces derniers se présentent sous forme de courtes tiges qui peuvent, lorsque l'animal est dérangé, s'éjecter et se dissoudre dans l'eau, formant un mucus qui peut couvrir l'animal.
- Ce mucus a un rôle de protection mécanique, antimicrobien et de défense (glisse et poison).

- Sous l'épiderme se trouvent deux couches de muscles, circulaires, longitudinaux et des muscles dorso-ventraux relient les deux faces de l'animal.
- Ces trois groupes de muscles permettent à l'animal de garder sa forme aplatie, et forment une partie du squelette hydrostatique.

N.B: Cette structure tégumentaire permet deux types principaux de mouvements pour assurer La locomotion des planaires et conditionnant ainsi son mode de vie libre:

- *Glissement et déplacement par le jeu de battements de cils vibratiles.*
- *Ondulations du corps par contractions musculaires.*

- En relation avec le mode de vie libre, la fonction sensorielle de la partie antérieure est bien marquée (présence d'ocelles, organes photosensibles).
- Par contre la fonction nourricière l'est moins nettement, la bouche est ventrale et souvent médiane voire postérieure. C'est d'ailleurs le seul orifice par lequel le « tube digestif » (plutôt sac digestif) communique avec l'extérieur (**planche 4 a**).
- Après la bouche, le sac digestif se prolonge par un pharynx musculueux d'où partent 3 branches de l'intestin possédant chacune des ramifications latérales.
- Chaque cellule épithéliale de l'intestin digère pour son propre compte. Les déchets de la digestion sont rejetés dans la cavité digestive et expulsés par la bouche.
- Le système excréteur caractéristique composé de protonéphridies (**complément 1**) (**planches 4b et 5**).

- Le système nerveux organisé d'une façon primitive, se présente sous forme d'un réseau sous musculaire (ou périphérique) en relation avec 3 ou 4 paires de cordons longitudinaux réunis par des commissures (planche 4b).
- Les Turbellariés sont hermaphrodites. Les appareils génitaux mâle et femelle sont très développés (revoir planche 4a).

Il n'y a pas d'autofécondation car ce sont des hermaphrodites protandres (la maturité sexuelle mâle arrive avant la maturité sexuelle femelle).

- Reproduction asexuée : par scissiparité ou par régénération.
- La boulimie des planaires n'a d'équivalent que leur aptitude au jeûne prolongé, l'animal étant alors capable d'utiliser ses organes internes en succession inverse de leur importance pour la survie. Seule le système nerveux échappe à l'autolyse.
- Comme 2^{ème} particularité biologique des planaires est leur remarquable capacité de régénération (planche 6).

III-2- TRÉMATODES

- Les Trématodes sont des parasites internes de vertébrés. Leur cycle fait intervenir deux ou plusieurs hôtes: ce sont des hétéroxènes.
- Ils ressemblent aux Turbellariés. Les grandes différences sont dues au parasitisme (planche 7):
 - Perte de la ciliature de l'épithélium (pas de déplacement). Ce tégument est recouvert par une cuticule avec des écailles ou des épines. C'est une structure protectrice.
 Il présente aussi des invaginations des cellules épithéliales sous la musculature ; ce tégument constitue une surface d'échange respiratoire et de nutriments (pinocytose)

- Régression des organes des sens (en relation avec la perte de déplacement).
 - Développement d'organes de fixation qui sont souvent une ventouse buccale antérieure et une ventouse ventrale.
- Le développement est indirect avec de nombreuses formes larvaires asexuées. Il y a un développement emboîté chez les Trématodes. Ce sont des polygènes (le cycle parasitaire présente plusieurs générations de formes différentes (voir cycle *Fasciola hepatica*) (planche 8).
- La classe des Trématodes se subdivise en deux sous classes (les Monogènes et les Digènes ou Trématodes au sens strict).
- Les monogènes sont caractérisés par un cycle simple à évolution sur un seule hôte (cycle monoxène) sans multiplication larvaire exemple : *Polystomum integerrimum*
Ces parasites sont externes (ectoparasites) (planche 9).
 - Les Digènes (distomiens)
 - ✚ Accomplissent leur évolution sur plusieurs hôtes (cycle hétéroxène) avec multiplication larvaire; leurs adultes sont des parasites internes (endoparasites).
 - ✚ Ces animaux possèdent souvent 2 ventouses une autour de la bouche, l'autre sur la face ventrale.
 - ✚ Ils sont souvent hermaphrodites à fécondation croisée.
 - ✚ Ce groupe renferme plusieurs parasites de l'homme, comme les schistosomes, les douves (la douve du foie de mouton).
- Etude du cycle évolutif de la grande douve du foie de mouton *Fasciola hepatica* (revoir planche 8).
- L'hôte primaire est le mouton (ou l'homme). L'adulte ayant une taille de 3 cm vit dans les canaux biliaires.

- Ses oeufs fécondés sont rejetés avec les excréments.
 - Si les conditions sont favorables (eau, pH = 6,5 - 7,5, T° = 25°C), il y a éclosion au bout de 2 à 3 semaines et libération d'une larve ciliée: le miracidium (0,1 mm, rostre, 2 protonéphrides et un massif de cellules germinales).
 - Ce dernier pénètre dans le poumon d'un *Gastéropode* (*Limnea truncatula*) et se transforme en sporocystes.
 - A l'intérieur de ce sporocyste les cellules germinales donnent de petits organismes : les rédies (2 à 3 mm) qui sortent du sporocyste et gagnent la glande digestive de *Limnea*.
 - Chaque rédie comporte un massif de cellules germinales qui peut donner naissance à une nouvelle génération de rédies filles.
 - chaque rédie fille dans des conditions favorables, donne les *cercaires* , qui sont des douves minuscules (0,3 mm), pourvus d'une queue.
 - Elles quittent *Limnea* et gagne l'eau puis se fixe sur une plante, perdent leur queue et s'enkyste en une métacercaire (forme enkystée).
 - Le mouton (et éventuellement l'homme) se contamine par voie alimentaire.
 - Le kyste est digéré par les sucs intestinaux. La forme métacercaire pénètre dans les vaisseaux sanguins et gagne le foie.
 - En 6 semaines, elle devient une douve adulte et le cycle reprend.
- On peut résumer le cycle ainsi : Un adulte *hermaphrodite* produits des milliers d'oeufs, qui fécondés, donnent un miracidium. Chaque miracidium devient un sporocyste capable de produire un grand nombre de rédies, de chaque rédie naît un grand nombre de *cercaires*. Chaque *cercaire* libérée s'enkyste sur une plante aquatique et devient métacercaire.
- Il y a 2 hôtes dans ce cycle un définitif (le mouton) et un intermédiaire (*Limnea*). Il y a 2 phases libres miracidium et

cercaire et 2 enkystements : oeufs et métacercaire. Les risques de perte sont importants mais sont compensés par une très grande fécondité.

III-3 CESTODES

- Les Cestodes, souvent improprement appelés vers solitaires, sont des Plathelminthes endoparasites de l'intestin de Vertébrés, dépourvus de système digestif et d'appareil respiratoire à tous les stades de leur développement, la nutrition se fait, en fait, par osmotrophie.
L'espèce type : le *tænia* (planches 10).
- Leur corps, en général aplati, segmenté, plus ou moins rubané. Chaque segment représente une unité indépendante de reproduction.
- Leur corps est divisé en trois parties (planches 11):
 - Région antérieure. C'est le **scolex** ; il porte le dispositif de fixation (ventouse et/ou crochets en couronne).
 - Zone de prolifération ou **cou** à partir duquel prolifèrent les segments composant le corps de l'animal.
 - Le **strobile** : occupant 9/10ème du corps, il est formé d'une succession de segments (les **proglottis**).
- Le tégument est composé d'une **cuticule épaisse** permettant une **protection** face aux enzymes digestives de l'hôte (planche 12).
 - Cette cuticule est recouverte par des **microtriches** (épines). Elle repose sur la membrane basale.
 - En dessous, s'observe **deux couches musculaires** (circulaire externe et longitudinale interne).
 - Sous les muscles, on trouve des cellules épidermiques profondes gardant des relations avec les couches superficielles du tégument.

- Les Cestodes sont des organismes hermaphrodites. Lorsque les œufs sont « mûrs » le dernier segment gonfle, se détache pour former un cucurbitain.
- L'augmentation de taille du proglottis s'accompagne d'une transformation interne concernant essentiellement la maturation des organes génitaux mâles et femelles.
- Les organes mâles sont mûrs avant les organes femelles, l'hermaphrodisme est protérandrique.
- Cette évolution de l'ensemble des proglottis permet d'observer 3 catégories de segments :
 - des segments immatures (les + petits)
 - des segments mûres
 - des segments gravides (+ postérieur) contiennent des oeufs noirs et sont prêts à se détacher du strobile. Une fois détachée ils deviennent des cucurbitains, doués de mouvements autonomes et ils sont évacués avec les fèces.
- Les œufs renferment une larve hexacanthé ou *oncosphère* dont le cycle évolutif, hétéroxène, comporte des métamorphoses.
- Hautement spécialisés à la fois par leur morphologie et par leur **physiologie**, les Cestodes sont étroitement inféodés à leurs hôtes (spécificité parasitaire).
- Etude du cycle évolutif d'un Cestode (*Taenia solium*) (complément 2) (planche 13).

CHAPITRE VII

LES NÉMERTIENS

I- DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Ce sont des Métazoaires Tribloblastiques, Acoelomates, aplatis dorso-ventralement et possédant une trompe dévaginable indépendante du tube digestif.
- Ils ne présentent ni annulation, ni métamères vrais, ni soies. Ce sont des vers pour la plupart marins dont la taille varie de quelques millimètres à plusieurs mètres (planche 1).
- Quelques espèces vivent dans les eaux douces et la terre humide. Ce sont essentiellement des vers carnassiers. Il existe quelques espèces parasites.
- Par leur aspect et par leur plan d'organisation, ces vers sont proches des Plathelminthes, mais s'en écartent par un certain nombre de caractères.
 - Comme les Turbellariés, leur corps déformable, est recouvert d'un épithélium cilié.
 - Leur partie antérieure, faiblement différenciée, présente des organes sensoriels comparables à ceux d'une planaire.
- Par contre, les Némertiens possèdent un tube digestif complet avec bouche et anus et un organe particulier, la trompe, située à l'état de repos dans une gaine médiodorsale par rapport au tube digestif et sert à la capture des proies.
C'est également chez les Némertiens qu'un appareil circulatoire différencié apparaît pour la première fois chez les animaux (planche 2).

- Leurs étonnantes capacités de régénération (et de jeûne) ne trouvent, par contre, leur équivalent que chez les planaires.

II- BIOLOGIE DES NÉMERTIENS

II-1 NUTRITION

- Ce sont des organismes **carnivores**. Le proboscis peut être munie d'un ou de plusieurs stylets, associés à des glandes à venin. Le stylet peut s'enrouler autour d'une proie ou entourer la proie pour l'amener vers la bouche.
- Ce sont des animaux fouisseurs. Ils se nourrissent, essentiellement, d'Annélides.
- Les proies sont avalées en entier. La digestion est d'abord extra cellulaire et se poursuit dans les cellules intestinales.

II-2 LOCOMOTION

- La locomotion est basée sur l'épiderme cilié, la musculature et par une action musculaire sur le squelette hydrostatique.

II-3 RESPIRATION ET EXCRÉTION

- Il y a des protonéphridies partout dans l'animal : système ramifié.
- La distribution par le système circulatoire n'est pas associée à un système excréteur.
- La respiration se fait à travers le tégument.

II-4 REPRODUCTION

- Reproduction asexuée développée: fragmentation, régénération.
- Reproduction sexuée basique: fécondation externe.

III- CLASSIFICATION

- La classification des Némertiens est fondée sur la structure de la trompe et sur la position des cordons nerveux latéraux par rapport aux assises musculaires.
 - sous classe des Némertiens inermes (Anopla)
Système nerveux immédiatement sous l'épiderme, trompe non armée.
 - Sous classe des Némertiens armés (Enopla)
Système nerveux localisé en dedans des couches musculaires, trompe souvent armé.

CHAPITRE VIII

LES NÉMATHELMINTHES

- Les Nématheilmintes sont des Métazoaires, Triploblastiques, Pseudo coelomates à symétrie bilatérale, non-segmentés, de forme cylindrique (vers ronds, du grec nematos = fil), dont le corps est revêtu d'une cuticule rigide et inextensible.
- Ils comportent sept classes dont deux seulement seront étudiés en cours: les Nématodes et les Rotifères.

I- CLASSE DES NÉMATODES

- Les Nématodes comportent des formes libres et des formes parasites (planche 1).
 - Les formes libres sont présentes dans la mer, l'eau douce et les sols.
 - Les formes parasites se rencontrent dans de nombreux groupes d'animaux et de végétaux (zooparasitisme et phytoparasitisme). Quelques uns sont des parasites relativement inoffensifs (ascaris, oxyure); d'autres, au contraire, provoquent des affections graves (filaire, trichine).
- Ils forment un groupe zoologique homogène par leurs caractères anatomo-morphologiques mais très diversifié par leurs modes de vie.

I-I CARACTÈRES GÉNÉRAUX (planche 2)

- Métazoaires, Triploblastiques, Pseudocoelomates
- Symétrie bilatérale.
- Vers ronds, non segmentés, entourés d'une cuticule rigide inextensible.

- En dehors des muscles longitudinaux, la paroi du corps ne possède ni couches musculaires circulaires, ni transversales.
- Cavité gastrale: pseudocoelome avec liquide pseudocoelomique à rôle hydrostatique.
- Bouche: présente des lèvres et des dents.
- Tube digestif complet.
- Systèmes circulatoire et respiratoire absents.
- Système excréteur unique : les cellules Renette.
- Les pseudocoelomates présentent un cloaque où débouchent les systèmes digestif, urinaire et génital. Toutefois, les Nématodes femelles ont un gonopore séparé.
- Système nerveux formé d'un anneau autour de l'œsophage et de cordons nerveux situés ventralement, dorsalement et latéralement.
- Animaux gonochoriques (sexes séparés), rarement hermaphrodites et présentant un dimorphisme sexuel (femelle plus grosse que le mâle).
- Développement: type embryons en mosaïque (complément 1)
- Leur croissance discontinue est entrecoupée par des mues.
- Développement post-embryonnaire avec, généralement, 5 stades et 4 mues (planche 3).

I-2 CARACTÈRES APOMORPHES

- Les Nématodes possèdent des organes sensoriels (ou sensilles) chémorecepteurs autour de la bouche et des sensilles particulières (dièrides, phasmides, amphides) (planche 4).
- En effet, la réception des stimuli du milieu environnant se fait à l'aide de soies et papilles dérivant de la cuticule et reliées à une fibre nerveuse. Elles sont particulièrement fréquentes et importantes chez les formes marines et saumâtres.
- Les grandes papilles cervicales (diérides) peuvent prendre des

formes très diverses.

- Les papilles caudales (phasmides) sont situées au milieu des champs latéraux de la queue.
- De chaque côté latéral de la tête et en arrière des papilles céphaliques, on trouve les amphides, excavations cuticulaires, aux formes variables innervées et reliées à une glande, qui ont un rôle chémorécepteur probable.
- Bouche à 3 ou 6 lèvres (liée à un pharynx triradié) (planche 5).
- Unique aux Nématodes : le système excréteur est une paire de **cellules Renette**, d'origine ectodermique (revoir planche 2).

Les déchets du métabolisme de la cavité interne sont collectés par les cellules Renette et évacués par le pore excréteur.

- Du point de vue cytologique, les Nématodes présentent deux traits singuliers tout à fait exceptionnels dans l'ensemble du règne animal.
 - Absence totale de cellules ciliées ou flagellées même les spermatozoïdes se déplacent à l'aide de mouvements amiboïdes.
 - Le nombre constant (et particulier à chaque espèce) des cellules de chaque organe. Il s'agit de l'**eutélie**.

La croissance de l'animal se fait par augmentation de la taille des cellules. On pourra fréquemment observer des cellules géantes. Toutefois, cette tendance limite les possibilités de régénération

I-3- PARTICULARITÉS ANATOMIQUES ET BIOLOGIQUES ET DEGRÉS

D'APPARENTÉ AVEC LES PLATHELMINTHES

Nématodes ou vers ronds, à part leur section circulaire (Nema=fil), ont une organisation voisine de celle des Plathelminthes par le système nerveux qui reste diffus, avec un début de concentration dans la région antérieure du corps, ainsi que par l'absence d'appareils respiratoire et circulatoire.

Leur évolution porte sur la transformation de leur paroi, de leur nutrition et de leur reproduction.

I-3-1-TÉGUMENT (OU PAROI)

a) ORGANISATION ANATOMIQUE

- Elle est fondamentalement formée d'un épiderme unistratifié à cellules plurinucléées qui s'apparente au tissu syncytial du tégument des plathelminthes.
- Comme chez ces derniers, la face interne de l'épiderme est tapissée par un tissu musculaire qui, chez les Nématodes, est interrompu dorsalement, ventralement et latéralement par 4 épaissements hypodermiques qui pénètrent à l'intérieur de la cavité (1 ventral, 1 dorsal: Cordons nerveux; 2 latéraux: Conduits excréteurs) (planche 6).
 - Ce tissu, d'origine mésodermique et d'une seule assise cellulaire, est formé de Cellules myoépithéliales et Organisé en 4 champs musculaires (deux dorsaux et deux ventraux).
 - La base de ces cellules musculaires repose sur l'épiderme et contiennent des éléments contractiles sous forme de myofibrilles.

- Seule la partie basale accolée à la paroi se contracte: important pour la locomotion. Les muscles ventraux se contractent quand les muscles dorsaux sont relâchés et inversement. Les déformations des muscles des parois permettent à l'animal d'avancer.
 - La nouveauté, par rapport aux Plathelminthes, est la sécrétion par l'épiderme, sur sa face externe, d'un revêtement protéique, dénommé **cuticule**, avec des constituants apparentés, en surface, à la kératine de l'épiderme des Vertébrés et, en profondeur, au collagène du tissu conjonctif des Vertébrés. Elle est pluristratifiée, on trouve :
 - Une couche corticale (Cortex) dure constituée de protéines tannées (rôle protecteur contre les enzymes de l'hôte) qui jouent le rôle de squelette externe à laquelle les muscles s'attachent.
 - Une couche interne constituée de fibres de collagène
 - Une pellicule lipidique protège la surface de la cuticule.
- Il est important de préciser que cette cuticule montre une diversité ornementale remarquable.

b) FONCTIONS DE LA CUTICULE

- Le développement de l'appareil digestif réduit le rôle nutritif de la paroi qui n'exerce plus que des fonctions de protection, de locomotion, de respiration et de réception de stimuli du milieu extérieur. En effet, la cuticule, qui apparaît chez les Nématodes, accroît leur protection, facilite leurs mouvements, sert à la respiration et assure, en partie, leur fonction sensorielle (complément 2 / T.D).

c) CONSÉQUENCES DE LA RIGIDITÉ CUTICULAIRE

- Rigide, elle empêche l'animal de croître, elle recouvre entièrement le corps et pénètre également dans la bouche et dans l'anus.
- Elle constitue une sorte d'armure dont l'animal doit changer lorsque sa taille augmente.
- Ainsi, apparaît le phénomène des mues qui correspond aux changements de la cuticule et que nous retrouverons notamment chez les Arthropodes.

N.B : *Donc la principale conséquence de la rigidité de la cuticule des Némathelminthes serait la discontinuité de la croissance (croissance en escaliers entrecoupée par des mues successives) (revoir planche 3).*

I-3-2- APPAREIL DIGESTIF ET NUTRITION

- Pour la première fois, dans l'histoire des animaux, il apparaît un tube digestif à 2 orifices distincts (bouche et anus), et différencié en un œsophage, un intestin et un rectum. A l'opposé, les Plathelminthes possèdent un sac (avec plusieurs diverticules) au lieu d'un tube digestif.
- Ce tube est composé d'une cavité buccale à paroi mince, suivie d'un pharynx musculieux. Une constriction marque la limite entre le pharynx et l'intestin (intestin moyen), qui a l'aspect d'un ruban plat. Un court rectum (intestin postérieur) plus fin et musclé se termine par l'anus (revoir planche 2).
 - La bouche est entourée par trois lèvres hémisphériques (une dorsale et deux ventrales).
 - La cavité (ou capsule) buccale est tapissée par une mince couche cuticulaire; l'organisation est fonction du comportement alimentaire des différentes formes.

Cette capsule buccale peut être armée de dents, denticules ou râpes.

- Le pharynx : le seul constituant musculaire du tube digestif, tapissé de cuticule et entouré d'une musculature triradiée.
- L'intestin composé d'une seule couche cellulaire qui sécrète des enzymes et enfin le rectum qui évacue les déchets à travers l'anus.

- C'est la pompe pharyngienne qui aspire les aliments.
- L'absorption est facilitée par des microvillosités de la paroi intestinale qui augmente sa surface.
- La digestion est essentiellement extra-cellulaire ; Elle se fait dans la lumière du tube digestif grâce à des enzymes sécrétées par des cellules de la paroi digestive.

Remarque : L'appareil digestif des Nématodes présente des caractéristiques que nous retrouvons chez les êtres évolués: abandon de la digestion extracellulaire par phagocytose, au profit de la digestion extracellulaire par les enzymes sécrétées dans la lumière intestinale; accroissement de la surface d'absorption par des microvillosités.

I-3-3- PSEUDOCOELOME

- La cavité générale est remplie de liquide pseudocoelomique renfermant des cellules amiboïdes (ressemblent à des amibes) et des substances hémolytiques.
- Par opposition aux Plathelminthes, des cellules mésenchymateuses forment un tissu lâche, diffus (→ notion de pseudocoelome).

- Ce liquide est sous pression et permet de donner une forme à l'animal « squelette hydrostatique ». Les muscles prennent appui sur ce liquide.
- Les muscles agissent sur ce **squelette hydrostatique**. La pression du liquide interne est énorme chez le Nématode et l'animal se trouve toujours distendu au plus haut point permis par son épaisse cuticule.
- En raison de cette forte pression, la structure morphologique de tous les Nématodes est monotone et ils sont toujours ronds.

I-3-4- LOCOMOTION

- Les Nématodes ont un squelette hydrostatique à haute pression.
- La cuticule est formée de plusieurs couches de fibres de collagène disposées en spirale et, sans être élastique, peut être déformée.
- Sous le tégument se trouve l'épaisse couche de **muscles longitudinaux** répartis en quatre champs, deux champs dorsaux et deux champs ventraux.
- Les muscles ventraux se contractent quand les muscles dorsaux sont relâchés et inversement.
- Les déformations des muscles des parois permettent à l'animal d'avancer par ondulations rapides (**planche 7**).
- Les mouvements de locomotion font circuler le fluide du pseudocoelome qui à son tour fait progresser les aliments dans un intestin mince.

I-3-5- REPRODUCTION (complément 3) (planche 8)

I-4- ECOLOGIE

I-4-1 ECOLOGIE ET ÉTHOLOGIE DES FORMES LIBRES.

- Les formes libres représentent la moitié des Nématodes. On les rencontre dans la plupart des habitats (eau douce, eau de mer, sol humide, mousse, matière organique en décomposition).
- Ils jouent un rôle capital dans l'aération des sols et dans la circulation des matières organiques et minérales. Ils représentent la plus grosse biomasse des sols.

I-4-2 ECOLOGIE ET ÉTHOLOGIE DES FORMES PARASITES.

- Les Nématodes parasites se rencontrent aussi bien chez les animaux que chez les végétaux. Toutes les modalités peuvent se rencontrer à l'exception de l'ectoparasitisme chez les animaux.
- Les Nématodes du sol causent chaque année de lourds dommages aux plantes cultivées par l'homme.
- Les espèces zooparasites ont pour hôte des Invertébrés (Arthropodes surtout), mais les Vertébrés constituent souvent leur hôte définitif (HD).
- Selon l'espèce, la localisation du parasite se fait dans les tissus, dans les cavités des organes (tube digestif), dans le coelome, dans le sang,...
- Certains Nématodes parasites causent des problèmes à l'homme. Voici quelques-uns des cycles (complément 4) (planches 9, 10, 11).

- *Onchocerca volvulus* est un Nématode transmis par les mouches noires en Afrique de l'Ouest et en Amérique Centrale et qui cause de douloureuses démangeaisons et éventuellement la **cécité**. Les dommages sont causés par les larves qui s'accumulent dans les tissus de l'homme (microfilaires) et qui causent souvent une accumulation de fluides dans les membres (**éléphantiasis**). (voir planches de démonstration).

II- CLASSE DES ROTIFÈRES

II-1 CARACTÈRES GÉNÉRAUX ET DESCRIPTION

- Les Rotifères, en forme de trompette, cylindrique ou sphérique, sont des animaux de petite taille, microscopiques ou difficilement visibles à l'œil nu, mesurant entre 50µm et 3mm. Ils ne sont ni segmentés ni métamérisés.
- Leur corps est constitué de trois parties: la tête avec l'appareil rotateur (représenté ici par la couronne de cils), le tronc et le pied (**planche 12**).
- Entre les deux couronnes de cils, dans la partie antérieure du corps, se trouve la bouche.
- La partie postérieure du corps contient un pied qui se termine typiquement en deux orteils dans lesquels passent les canaux des glandes adhésives ou pédieuses. La sécrétion de ces glandes permet au Rotifère d'adhérer temporairement au substrat.
- Comme leur nom le suggère (rota : roue, ferre : porter), le groupe des Rotifères rassemble des animaux portant une couronne ciliée sur leur tête, couronne qui tourbillonne pour faire entrer l'eau au niveau de la bouche, donnant l'impression d'une roue qui tourne.
- La couronne ciliée est impliquée dans la locomotion et la prise de nourriture.

- Le mastax des Rotifères est un appareil masticateur complexe constitué de 7 pièces dures et mobiles servant à broyer la nourriture.
- Il se trouve au niveau du pharynx et est également un caractère dérivé propre des Rotifères
- Les Rotifères, tout comme les Nématodes sont eutéliques et présentent un pseudocœlome et une cuticule qui n'est pas épaisse comme on en trouve chez les Nématodes. Les Rotifères ne doivent d'ailleurs pas muer pour grandir.
- Par opposition aux Nématodes, Sous l'épiderme, la musculature est de type circulaire et longitudinal (planche 13).
- Les Rotifères vivent dans différents milieux. Les formes libres se retrouvent partout: dans le milieu marin, les eaux des lacs ou rivières, dans le sol et dans des habitats semi-terrestres tels que les mousses, lichens, flaques d'eau, gouttières, etc.
- Un groupe de Rotifères, les Acanthocéphales, ne font que récemment partie de ce phylum et sont des endoparasites qui ne contiennent pas de couronne de cils dans leur partie antérieure.

II-2 QUELQUES FONCTIONS BIOLOGIQUES

2-2-1 SYSTÈME LOCOMOTEUR ET LOCOMOTION

- La musculature est essentiellement constituée de faisceaux circulaires, longitudinaux. Il existe des muscles rétracteurs du pied et de l'appareil rotateur.

- Les 2 couronnes de cils sur leur tête tourbillonnent en sens contraires et leur servent à la locomotion et leur permettent de nager.
- Certains représentants des Rotifères possèdent un rostre rétractile, situé entre les couronnes du côté dorsal.
- C'est une structure généralement robuste et pourvue à son extrémité de cils, ainsi que de cellules adhésives et des lamelles sensibles. Elle sert à la locomotion.
- En effet, quand un Rotifère rampe il ressemble à une sangsue en mouvement : le Rotifère fixe son pied au substrat grâce aux sécrétions des glandes pédieuses, étend son corps, fixe l'extrémité antérieure (le rostre) et rétracte le pied.

II-2-2 SYSTÈME DIGESTIF ET NUTRITION

- Le système digestif est un long tube qui s'étend à l'intérieur du corps de la bouche à l'an **us** (planche 14).
 - Il se compose d'une bouche, suivie d'un pharynx.
 - Le pharynx est une chambre musculaire possédant un appareil masticateur (le **mastax**) qui est caractéristique de l'embranchement.
 - Le mastax est garni de pièces dures dont la forme et le rôle varient remarquablement avec l'alimentation.
- ✚ Il s'agit ici d'un organe où les pièces peuvent à la fois se dresser pour saisir la proie, se rabattre pour l'écraser et la faire passer dans l'estomac.
- ✚ Chez les espèces prédatrices, cet appareil peut faire saillie par l'orifice buccal pour permettre la capture et la dilacération des proies.

- à la suite du mastax vient un **estomac** à paroi épaisse, cilié où débouchent les canaux de deux **glandes** digestives et où se font la digestion et l'accumulation de réserves.
 - L'intestin est court, suivi d'un rectum qui débouche dans un cloaque.
- Les Rotifères suspensivores (qui se nourrissent de particules en suspension dans l'eau) ont des couronnes de cils bien développées qui tourbillonnent en sens contraire pour faire entrer l'eau et les particules au niveau de la bouche. Leur mastax sert au broyage des particules ingérées.
 - Ils se nourrissent typiquement de la matière organique en suspension, de bactéries, de plancton et autres organismes minuscules.
 - Certains Rotifères sont des prédateurs qui utilisent leurs couronnes de cils uniquement pour la locomotion. Ils attrapent leur proie grâce à un mastax extensible en forme de pince.
 - Quelques Rotifères ont adopté une vie en symbiose avec un hôte. Leur couronne de cils est réduite et ne participe pas à la nutrition, ni à la locomotion.

N.B : Le **pseudocœlome** renferme les organes internes. Cette cavité corporelle est en partie tapissée de mésoderme. Le liquide du pseudocœlome sert de squelette hydraulique, ce sont les mouvements de l'organisme qui assurent la répartition du liquide dans tout le corps afin de permettre la diffusion des **nutriments** et des déchets.

II-2-3 REPRODUCTION ET APPAREIL REPRODUCTEUR

- Les sexes sont séparés (gonochorisme) et le dimorphisme sexuel est très marqué (les mâles sont plus petits que les femelles).
- Le système reproducteur de la femelle contient une paire d'ovaires ou un seul ovaire selon les groupes de rotifères, celui du mâle (s'il existe) est constitué d'un seul testicule, un spermiducte et un gonopore situé postérieurement (planche15).
- Pour de nombreuses espèces, la forme mâle n'a jamais été découverte et la reproduction est ainsi parthénogénétique.

II-3 PARTICULARITÉS BIOLOGIQUES ET RÔLE ÉCOLOGIQUE

- Vivant principalement dans l'eau douce, les Rotifères composent une grande partie de son zooplancton et constituent une source de nourriture importante dans ce type d'écosystèmes.
- Ils jouent, ainsi, un rôle écologique important dans les chaînes trophiques.
- En milieu terrestre, ils interviennent dans la décomposition des matières organiques dans le sol.
- Leur triple capacité de parthénogenèse, de capacité à protéger et réparer leur ADN et de résistance à la dessiccation pourrait constituer un avantage compétitif décisif dans le milieu soumis à de régulières dessiccations, possibilités remarquables de vie ralentie.

II-4 DEGRÉS D'AFFINITÉ ET DE RELATION PHÝLOGÉNIQUE

- Les Rotifères présentent des affinités nématodiennes: symétrie bilatérale, pseudo-cœlome, cuticule, absence d'appareil respiratoire et circulatoire.

- Ils présentent aussi des différences fondamentales avec les mêmes Nématodes: les Nématodes ont une croissance discontinue par mues, ils n'ont pas de formations ciliaires ni d'appareil excréteur de type protonéphridien. Nématodes et Rotifères n'ont donc pas d'ancêtre commun.
- Par contre, on trouve des ressemblances remarquables avec les Plathelminthes. Le système excréteur est proche, il y a séparation des fonctions gamétogénétiques et vitellogénétiques. On trouve les mêmes modalités de développement chez les Rotifères et les Turbellariés.
- Il y a la présence d'une ciliature assurant la locomotion. On peut aussi comparer les pièces du mastax et les pièces du pharynx de certains Turbellariés.
- Une parenté entre Turbellariés et Rotifères est donc probable.

CHAPITRE IX

LES ANNÉLIDES

I- DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Le terme « Annélides » reflète le caractère morphologique commun le plus fréquent: corps annelé, composé de segments successifs.
- Avec l'embranchement des Annélides une étape importante dans l'échelle de l'évolution du monde animal est atteinte. Il s'agit de l'apparition du coélome.
- Les Annélides sont des Métazoaires Triploblastiques à symétrie bilatérale, le **mésoderme** se creuse en vésicules closes, ce sont des **Cœlomates** (planche 1).
- Le blastopore coïncide avec la bouche et l'anus est une néoformation: ce sont donc des **Protostomiens**.
- Le système nerveux forme une chaîne ventrale sous le tube digestif. Ce sont donc des **Hyponeuriens**.
- Leur corps est formé d'une succession d'éléments identiques : les métamères. Les Annélides sont **métamérisés** (planche 2).
- *Les Annélides sont, donc, des Métazoaires Triploblastiques Coelomates métamérisés, Protostomiens Hyponeuriens.*
- En plus de l'apparition du coélome et de la métamérie qui constitue une étape importante dans l'échelle évolutive du monde animal, la structure annélidienne présente une autre nouveauté par rapport aux groupes précédents (Diploblastiques et Triploblastiques Acoelomates); en effet les cellules se

groupent en organes spécialisés avec des structures plus complexes et des fonctions précises.

- Le système nerveux est à centres bien définis,
- les organes sensoriels sont nombreux,
- le tissu musculaire est bien individualisé.

➤ Les autres caractères importants de cet embranchement sont :

- un système circulatoire clos ;
- la présence de l'hémoglobine dissoute.
- L'appareil excréteur est métamérisé, constitué de néphridies.
- L'appareil digestif est complet avec bouche et anus terminal.

L'apparition d'un tube digestif complet peut être considérée comme un grand progrès dans l'évolution animale car elle permet une spécialisation des différentes sections et une meilleure digestion.

Toutefois, cela cause un problème pour les segments proches de la partie antérieure du tube digestif où la digestion n'est pas commencée, et pour les segments les plus postérieurs recevant une nourriture déjà complètement digérée et sans valeur nutritive.

Le développement d'un système circulatoire fermé qui alimente toutes les parties du corps permet de résoudre ce problème.

- La respiration s'effectue par le tégument mais des organes respiratoires apparaissent chez certaines espèces, en particuliers chez les espèces tubicoles.

➤ Les Annélides sont un des rares embranchements à avoir colonisé l'environnement marin, dulcicole et terrestre. C'est le groupe d'animaux vermiformes qui a en moyenne la plus grande taille.

- Le corps des Annélides comprend 3 régions (planche 3).
 - La tête: qui porte les organes sensoriels et la bouche.
 - Le tronc: (ou soma) région segmentée et métamérisée.
 - Le pygidium: (ou telson) qui porte l'anus.
- L'embranchement des Annélides se subdivisé en trois classes selon l'abondance, la rareté ou l'absence de poils ou soies.
 - ✚ Les *Polychètes*, presque tous marins, portent de très nombreuses soies implantées sur des expansions des métamères, les parapodes.
 - ✚ Les *Oligochètes*, pour la plupart terrestres, souvent limicoles, plus rarement marins. Les métamères, dépourvus de parapodes, portent de très rares soies.
 - ✚ Les *Achètes* (*Hirudinées* ou *Sangsues*) sont en majorité des parasites temporaires d'animaux marins, terrestres ou d'eau douce. Ils sont, dans leur presque totalité, tout à fait dépourvus de soies.

II- CŒLOME ET MÉTAMÉRIE

II-1- CŒLOME

- Le mésoderme est issu de deux grosses cellules, les initiales mésoblastiques ou téloblastes, situées à droite et à gauche de la partie subterminale de l'intestin chez la larve trocophore des Annélides.
- La prolifération, se faisant de l'arrière vers l'avant en deux bandelettes, va se poursuivre d'un creusement pour former des cavités ou vésicules coelomiques. Chaque paire de vésicules est à l'origine d'un métamère (planche 4a, 4b,).

- Le **mésoderme** se creuse, ainsi, en vésicules closes délimitées par une paroi périphérique, tapissant l'ectoderme plus exactement (Somatopleure ou feuillet pariétal) et une paroi interne entourant le tube digestif (Splanchnopleure ou feuillet viscéral).
- Cette novation embryologique, qui apparaît chez les Annélides, se conserve jusqu'aux **Vertébrés** les plus évolués. Ainsi les Annélides sont des Coelomates.

II-2- MÉTAMÉRIE

- La mise en place du mésoderme s'accompagne d'une fragmentation régulière de celui-ci. Les vésicules coelomiques vont entraîner la différenciation d'unités répétitives, les **métamères** (planche 2).
- Ces derniers ont une **morphologie** et une anatomie caractéristique on y trouve:
 - une paire de vésicules coelomiques
 - une paire de néphridies, à cheval entre 2 **métamères**.
 - une paire de ganglions nerveux.
- En effet, à la segmentation externe correspond une répétitivité de la plupart des structures internes (cavités coelomiques, muscles, ganglions, néphridies); Cette disposition régulière est appelée *métamérisation*.
- A la segmentation externe correspond donc une métamérisation interne.
- Lorsque tous les **métamères** sont identiques, la métamérie est dite homonome (cas des polychètes errants ou du lombric) (planche 5a).

- Lorsque des fusions partielles s'effectuent ou lorsqu'une régionalisation morphologique se développe rompant ainsi l'uniformité du corps (cas des polychètes sédentaires), la métamérie est dite hétéronome (planche 5b).

III-CLASSE DES POLYCHÈTES

- Malgré l'extrême variabilité des formes et des adaptations écologiques des Polychètes, les principales caractéristiques biologiques de cette classe peuvent être aisément dégagées de l'étude d'un Néréidien très commun dans le sable *Perinereis cultrifera*.

III-1 MORPHOLOGIE

- Le corps d *P. cultrifera*, d'une centaine de métamères, comporte 3 parties (planche 6) :
 - La tête comprend elle-même :
 - ✚ une partie antérieure, ou prostomium, portant 4 yeux, 2 petites antennes et 2 gros palpes en massue. Antennes et palpes sont des organes tactiles et gustatifs;
 - ✚ une partie postérieure, ou péristomium, à la face ventrale de laquelle s'ouvre la bouche, et qui porte dorsalement 4 paires de cirres tentaculaires, expansions latérales à fonction sensorielle. Le péristomium porte en outre l'organe nuca/à fonction olfactive.
 - Le soma composé d'une suite de segments identiques munis latéralement d'expansions biramées : les parapodes.
 - Le pygidium, dans lequel s'ouvre l'anus, porte deux longs cirres. Il est dépourvu de parapodes et de coelome.
- Les parapodes sont des formations appendiculaires, saillies tégumentaires latérales, au nombre d'une paire par métamère.

Chaque parapode est composé de deux rames notopode (rame dorsale), neuropode (rame ventrale).

Ces parapodes portent des faisceaux de soies chitineuses et se compliquent de cirres et de languettes coniques. Chaque rame du parapode est soutenue par une soie interne, l'acicule, jouant le rôle de squelette interne (planche 7a).

Chez les formes sédentaires la métamérie est altérée et les parapodes sont réduits et peu développés (planche 7b).

III-2 PARTICULARITÉS ANATOMIQUES ET BIOLOGIQUES

❖ LE TUBE DIGESTIF

- S'étendant en ligne droite d'une extrémité à l'autre du corps dans l'axe longitudinal de celui-ci, il se différencie dans sa partie antérieure en une trompe ou proboscis.
- Ce dernier, très musculeux, peut se dévaginer et porte à son extrémité distale deux solides crochets chitineux : les mâchoires, et des épaissements de même nature : les paragnathes (planche 8)

❖ L'APPAREIL REPRODUCTEUR ET LA REPRODUCTION.

- Les organes génitaux ne sont pas bien différenciés. Les gonades sont de simples différenciations du revêtement péritonéal du coelome (la splanchnopleure).
- les sexes sont séparés (gonochorisme). A maturité, les produits génitaux tombent dans la cavité générale où ils terminent leur maturation. Ils sont, par la suite, évacués à l'extérieur par des canaux coelomoductes.

- Quand ces coelomoductes sont absents, les spermatogonies utilisent les canaux néphridiens ou bien, sont libérées par rupture du tégument ou par l'anus.
- La fécondation est externe. La majorité des Polychètes est ovipare mais il existe quelques formes vivipares.
- La maturité sexuelle s'accompagne de modifications morphologiques et comportementales.
- Chez les Polychètes, il peut aussi exister une multiplication asexuée.

❖ L'ÉPITOQUIE

- Un certain nombre d'espèces sédentaires présentent à maturité sexuelle des modifications externes et internes importantes. L'animal est alors le siège d'une véritable métamorphose appelée *épitoquie* ou *épigamie* qui a pour fonction d'adapter l'animal à une vie pélagique (complément 1/TD).

❖ LA RÉGÉNÉRATION

- Les Polychètes présentent des capacités de régénération importantes. Beaucoup d'espèces régénèrent les palpes, les antennes et des régions plus ou moins importantes de leur corps.
- Des cellules indifférenciées, les *néoblastes*, d'origine mésodermique, se trouvent sur les dissépiments.
- Elles migrent vers le lieu de l'amputation, se divisent en donnant un blastème de régénération, à partir duquel s'édifient de

nouveaux éléments mésodermiques (cœlome, muscles, néphridies).

- l'ectoderme proche de la section fournit le tégument et les ganglions nerveux.
- Le système nerveux exerce une influence certaine dans les processus de régénération.

IV- CLASSE DES OLIGOCHÈTES

IV-1 DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Les **Oligochètes** du grec, *oligo* (peu) *chète* (soies).
- En comparaison avec l'extrême diversité des Polychètes, les Oligochètes constituent une classe relativement homogène.
- Ce sont des animaux terrestres ou d'eau douce quelques formes seulement sont marines.
- Il s'agit de vers métamérisés à métamérie particulièrement simple.
- Entre le prostomium et le pygidium s'étant le soma à métamères à peu près identiques. Le **prostomium** (plus ou moins fusionné avec le péristomium) est réduit, sans appendices, et ne porte ni yeux ni organes sensoriels.
- Les parapodes segmentaires sont remplacés par des soies seules, mais il existe 4 zones d'insertion des soies comme chez les Polychètes (au nombre de quatre couples par segment, émergeant directement de la paroi du corps). Elles permettent la reptation de l'animal sur le substrat (planche 9).

- La segmentation externe correspond encore à la métamérisation interne.

IV-2 PARTICULARITÉS ANATOMIQUES ET BIOLOGIQUES

- La disparition des mésentères dorsaux et ventraux engendre une cavité coelomique **unique**, associée à chaque métamère.
- un système nerveux identique à celui des Polychètes, mais rejeté en arrière, dans les premiers segments somatiques.
- un tube digestif possédant une invagination médio-dorsale (le **typhlosolis**) qui augmente la surface d'absorption. Elle est remplie de cellules spécialisées, les cellules chloragogènes (**planche 10**).
- Ces dernières interviennent à la fois dans le métabolisme des glucides et dans l'excrétion (en accumulant de l'urée). Ces cellules jouent donc le rôle de foie et de rein d'accumulation.
- L'organisation de l'*appareil génital* constitue sans doute la plus grande originalité des Oligochètes par rapport aux Polychètes.
 - Les Oligochètes sont en effet toujours hermaphrodites et les gonades constituent des organes bien définis pourvus de canaux évacuateurs, indépendants des néphridies.
 - Ces gonades sont localisées dans un petit nombre de segments (**planche 11**).
 - Le nombre et la place des gonades mâles et femelles varient selon les groupes.
- Ils possèdent un caractère dérivé, le **clitellum**:
 - c'est une série de segments dont l'**ectoderme** s'épaissit et produit du **mucus** lors de la maturité sexuelle. A ce niveau l'épiderme est riche en cellules à mucus ou mucocytes.

- Ils forment un anneau glandulaire qui secrète un cordon muqueux permettant de maintenir le partenaire lors de l'accouplement et aussi pour former une structure **muqueuse** dans laquelle sont déposés les œufs et où aura lieu la **fécondation**.
 - Par la suite, cette même structure sera libérée par l'animal pour servir de **cocon** de ponte protecteur des **embryons** qui se développeront immédiatement.
 - Ce cocon permet d'éviter la **déshydratation**, protège les œufs des bactéries et champignons du sol (ou du sédiment dans le cas des quelques espèces aquatiques ou semi-aquatiques).
- Le groupe des Oligochètes partage de nombreux points communs morpho-anatomiques avec les Polychètes mais la présence d'un **clitellum** permet de les regrouper préférentiellement avec le groupe des Achètes dans les **Clitellates**.

V- CLASSE DES ACHÈTES

- Ils sont également connus sous le nom d'Hirudinés. Ils ne portent ni soies ni parapodes mais une ou deux ventouses fixatrices (du grec « a » =sans, chète=soie).
- Ils se sont spécialisés pour un mode de vie fixe (ventouses) hémaphophage.
- La plupart sont des parasites de vertébrés, généralement aquatiques, surtout en eau douce. Il en existe quelques-uns marins. Quelques-uns sont terrestres et vivent en milieu humide.

V-1- ORGANISATION GÉNÉRALE

- Les Hirudinées représentent un groupe animal homogène dont les caractères essentiels peuvent être étudiés sur la Sangsue médicinale, *Hirudo medicinalis*.
- La Sangsue médicinale est un ver très contractile. L'extrémité antérieure du corps est pourvue ventralement d'une ventouse formant un organe de succion, entourant la bouche. Une autre ventouse ventrale, servant à la fixation, est située à l'extrémité postérieure du corps où s'ouvre dorsalement l'anus.
- L'ensemble du corps se compose, chez toutes les Sangsues, de 33 segments, plus un *prostomium*. La présence constante de ces 34 métamères est seulement identifiable par l'examen de la chaîne nerveuse qui compte toujours ce nombre de ganglions.
- Parmi ces 34 métamères, 5 plus le prostomium participent à la constitution de la ventouse antérieure, 7 à celle de la ventouse postérieure ; les 21 métamères restants, constituant la partie moyenne du corps, présentent une annelure superficielle qui donne l'apparence d'un nombre bien plus considérable de métamères, de l'ordre d'une centaine (planche 12).
- Donc la segmentation externe **ne correspond plus** à la métamérisation interne.

V-2 PARTICULARITÉS ANATOMIQUES ET BIOLOGIQUES

- Les Sangsues sont pourvues d'une musculature puissante. Outre les deux assises musculaires circulaires et longitudinales communes à toutes les Annélides, des muscles obliques et dorso-ventraux concourent à assurer des capacités contractiles exceptionnelles (planche 13).
- Le cœlome est extrêmement réduit, substitué par un tissu de remplissage : le **cœlenchyme**, tissu mésenchymateux qui provient de la différenciation des parois cœlomiques dissociées et qui paraît jouer le rôle de rein d'accumulation (revoir pl. 13).

- Le tube digestif rectiligne, est pourvu de cæcums latéraux où s'effectue la digestion des aliments (planche 14).
- L'extrémité antérieure du canal alimentaire présente les différenciations les plus intéressantes au niveau de la bouche et du pharynx (planche 15).
 - Chez *Hirudo*, la bouche s'ouvre au fond de la ventouse antérieure buccale et présente deux lèvres dorsales et une lèvre ventrale.
 - Elle est armée de trois mâchoires chitineuses en forme de demi-lunes, denticulées sur leur bord libre.
 - Le jeu de scie de ces mâchoires entame la peau des proies, dessinant une incision typique en Y à travers laquelle le sang est aspiré.
 - Entre les denticules débouchent des canaux reliés aux glandes salivaires qui produisent l'Hirudine, une substance anticoagulante.
 - Toutes les sangsues n'ont pas cette mâchoire, certaines ont une trompe dévaginable.
 - Le pharynx est pourvu d'une puissante musculature qui assure une succion efficace.
- Le clitellum est réduit au niveau des segments génitaux.
- Les Hirudinés sont hermaphrodites et se rapprochent des Oligochètes :
 - Les gonades et leurs conduits génitaux sont bien définis.
 - Mais il n'existe qu'un seul orifice de chaque sexe et non pas de paires comme chez les Oligochètes (planche 16).

- Mode de vie parasite (ectoparasitisme).

VI- QUELQUES FONCTIONS BIOLOGIQUES

VI-1 LOCOMOTION (complément 2/TD)

VI-2 NUTRITION

- Les modes de nutrition des Annélides sont très divers car ils peuplent à peu près tous les milieux humides :
 - **carnassiers** chasseurs : Polychètes errants ;
 - **filtreurs** tubicoles : Polychètes sédentaires à panache filtrant;
 - **détritivores** : "Vers de terre" (Oligochètes) ;
 - **hematophages** : Sangsues (Achètes)
- Les points importants à retenir sont :
 - **TD sectorisé** (= division du travail) ;
 - nutrition des Annélides = **diffusion** au niveau du T.D+ **convection** par les vaisseaux sanguins
- Il existe de nombreuses formes parasites ou prédatrices. Pour les formes parasites, on parle de **parasitisme temporaire** car ces sangsues se détachent de l'hôte, une fois le repas terminé. Elles sont encore utilisées en chirurgie réparatrice pour relancer la circulation veineuse dans les membres accidentés (elles créent un appel du sang).

VI-3 REPRODUCTION

- *Les Polychètes sont gonochoriques.*
 - Les produits génitaux sont libérés dans l'eau et la fécondation est externe.

- La reproduction sexuée est accompagnée chez de nombreux Polychètes par des formes de reproduction asexuée comme la scissiparité, la gemmiparité ou la schizogamie
- L'hermaphrodisme est la règle chez les Oligochètes et les Hirudinées.
- ***Les Oligochètes, hermaphrodites***
 - s'accouplent et se fécondent mutuellement, maintenus par des anneaux de mucus fourni par le clitellum (fécondation réciproque).
 - La multiplication asexuée est aussi fréquente chez les Oligochètes
 - En rapport avec cette capacité très répandue de reproduction asexuée, les Oligochètes présentent en général une grande capacité de régénération.
- ***Les Hirudinées également hermaphrodites,***
 - s'accouplent, mais la fécondation n'est pas forcément réciproque.
 - Les œufs fécondés sont pondus dans un cocon selon la même modalité que chez les Oligochètes.
 - Les œufs, enfermés dans un cocon, ont un développement direct, sans trochophore.
 - Il n'existe pas de multiplication asexuée chez les Achètes.

CHAPITRE X

LES MOLLUSQUES

- L'embranchement des **MOLLUSQUES**, riche de plus de 100 000 espèces connues, c'est le second plus grand groupe après les Arthropodes.
- Il occupe une place très importante dans le règne animal pour 3 raisons:
 - le nombre d'espèces et les problèmes évolutifs rencontrés;
 - rôle économique de certaines espèces dans la nourriture humaine;
 - cet embranchement est particulièrement plastique puisque l'acquisition de structures spécialisées a permis la colonisation de divers milieux.

I- ORGANISATION GÉNÉRALE

I-1- GÉNÉRALITÉS

- Les Mollusques sont des Métazoaires, Coelomates, Protostomiens, Hyponeuriens à symétrie primitivement bilatérale.
- Cet embranchement tire son nom de la consistance du tégument de ses représentants (du latin « molluscus » signifie mou): corps mou généralement protégé par une coquille calcaire.
- Ses représentants peuplent tous les milieux; ils peuvent atteindre une grande taille et une haute organisation. Ainsi :
 - Ils sont marins (majoritairement), terrestres (limaces, escargots) ou dulçaquicoles (eaux douces).

- Ils peuvent être : filtreurs, phytophages, carnivores ou parasites.
- Le corps mou, sans métamérisation, comporte les parties suivantes ((planche 1):
- La tête, située antérieurement, porte la bouche et les organes récepteurs sensoriels (yeux, tentacules..).
 - Le pied, ventral, est une masse musculieuse locomotrice
 - La masse viscérale (comportant le tube digestif, l'appareil circulatoire, les reins, les gonades, le coelome...) est recouverte d'une membrane, le manteau (repli tégumentaire dorsal), qui secrète une coquille calcaire dorsale.
 - Le manteau forme un repli postérieur délimitant une cavité palléale qui communique largement avec l'extérieur et abrite des branchies ou cténidies, des osphradies (permettant l'appréciation de la qualité de l'eau inhalée), des glandes hypobranchiales (servent par leur sécrétion au nettoyage de cette cavité) et où débouche l'anus, les conduits urinaires et les gonoductes.
 - La coquille peut être externe ou interne ou inexistante.
- La possession d'une coquille et d'une cavité palléale sont, sans aucun doute, les deux traits les plus caractéristiques.
- La masse viscérale dorsale, le pied, le manteau ainsi que la coquille sont les caractéristiques ancestrales de l'embranchement.

- Ce sont les modifications (de la cavité palléale, de la coquille sécrétée par ce manteau ainsi que la plasticité morphologique du pied et de la masse viscérale) qui ont mené à l'extraordinaire diversité des formes chez ces animaux.
- C'est ainsi qu'une variété spectaculaire d'organismes sont réunis dans cet embranchement (voir **planches de la biodiversité des Mollusques**).
- C'est un groupe qui a subi une radiation adaptative prononcée, et qui, a jadis dominé l'environnement marin.
- Les Mollusques forment un clade homogène malgré les aspects parfois très différents de leurs descendants ; limace, escargot, calamar, pieuvre, seiche, huitre etc...
- La radula, une structure spécialisée pour l'alimentation, s'est développée pour permettre au mollusque ancestral de râper la matière organique sur les substrats durs sur lesquels il se déplaçait (**planche 2**).
- Dans la nature actuelle, on distingue 6 classes: Monoplacophores, Polyplacophores, Scaphopodes, Bivalves ou Lamellibranches, Gastéropodes et Céphalopodes.
- 99% des espèces vivant actuellement appartiennent aux **Bivalves** (huître, moule, palourde) et aux **Gastéropodes** (limace, escargot).
- À ces deux classes principales, s'ajoutent deux classes qui ont un intérêt particulier: celle des **Polyplacophores** parce que ses représentants ressemblent à l'ancêtre hypothétique du groupe, et celle des **Céphalopodes** (pieuvre, seiche, calmar) car c'est le groupe le plus évolué.

I-2- PLAN D'ORGANISATION: L'ANCÊTRE HYPOTHÉTIQUE (planche 1).

- A première vue, les Mollusques semblent très différents les uns des autres. Pourtant, ils sont tous construits sur le même plan de base.
- Les connaissances de l'organisation anatomique, des premiers mollusques à partir desquels se sont diversifiées toutes les formes actuelles, sont limitées.
- Pour essayer de bien comprendre ce qu'est un mollusque et ensuite la diversification de ce groupe animal, les zoologistes ont été amenés à proposer et à examiner un **Mollusque ancestral hypothétique** reconstitué par inférence en utilisant les connaissances actuelles.
- Les Mollusques sont, ainsi, définis à partir de ce mollusque hypothétique qui aurait eu toutes les structures, et d'en faire dériver les autres par développement ou perte de certains caractères.
- Cet archétype n'a aucun caractère phylogénétique ou existence attestée, mais il permet de dégager des caractères fondamentaux.
- La longue adaptation indépendante des divers courants a modifié le plan structural de base, à tel point que certains Mollusques paraissent ne partager que peu de traits communs. La moule, l'escargot, la pieuvre sont des mollusques mais il n'est pas aisé, de prime abord de voir ce qui les lie.
- Néanmoins, la liste des caractères communs les plus frappants peut être dressée :
 - A l'exception des Monoplacophores, aucun mollusque ne présente de segmentation.

- Tous sont fortement céphalisés, avec une tête définie et des organes sensoriels, sauf les Bivalves.
- Le coelome est réduit et n'entoure généralement pas tous les organes internes mais seulement le cœur, le rein et les gonades (cavité péricardique, néphrocœle, gonocœle).
- La paroi du corps épaisse, musculeuse, est impliquée dans la locomotion; dans une large mesure cette fonction a imposé le développement de structures caractéristiques car chacun l'utilise à sa façon: la partie ventrale du corps peut se transformer en pied musculeux, former des tentacules préhensiles....
- La paroi dorsale se prolonge d'un ou deux replis qui forment le manteau, lequel sécrète des plaques ou une coquille. Ce manteau forme un repli qui délimite une cavité tout autour de la masse viscérale, la cavité palléale. Cette dernière, particulièrement spacieuse à la partie postérieure de l'animal, abrite les branchies et des osphradies. L'anus et les autres conduits s'ouvrent dans cette cavité.
- Le tube digestif bien développé est régionalisé. La cavité buccale contient presque toujours la radula qui est armée de dents (sauf les Bivalves) (revoir planche 2).
- Le cœur bien défini, avec les oreillettes et un ventricule médian, est enveloppé d'une cavité coelomique péricardique; mais le système circulatoire est ouvert avec des lacunes à l'exception des Céphalopodes qui ont une circulation fermée. Le sang contient un pigment, de l'hémocyanine.
- Une paire de reins se réduisant parfois à un seul rein (Gastéropodes), dont la cavité péri rénale communique avec la cavité péricardique.

- Les Mollusques possèdent tous un système nerveux constitué typiquement de paires de ganglions reliés entre eux, par des commissures ou par des connectifs.
- La larve caractéristique est d'abord une trochophore puis une véligère (planche 3).

***N.B :** L'un ou l'autre caractère peut faire défaut, mais comme ces caractères sont manifestes chez les plus primitifs des diverses classes, il n'y a pas de doute qu'ils proviennent d'un groupe ancestral possédant tous ces caractères.*

II- DIVERSITÉ ET CLASSIFICATION

II-1 MONOPLACOPHORES (planche 4a, 4b).

- Les Monoplacophores (coquille formée d'une seule pièce) est une classe de Mollusques qui compte le moins de représentants connus.
- Ils se nourrissent de détritits organiques et plus particulièrement de radiolaires et de diatomées.
- Surtout connus à l'état fossile, une seule forme actuelle *Neopilina*. Mollusque marin à symétrie bilatérale, coquille **unique** conique, pied très large.
- Dans la région antérieure s'ouvre la bouche, entourée par des palpes ciliés et des tentacules buccaux.
- A l'examen interne, *Neopilina* montre une répétition, de divers organes, pouvant faire penser à un vestige de métamérisation: deux paires d'oreillettes, deux paires de gonades, 8 paires de muscles rétracteurs du pied, 5 paires de branchies, 6 paires de néphridies.

N.B : Neopilina possède des caractères primitifs qui le rapprochent du mollusque ancestral type. Cependant, cette espèce se distingue des autres Mollusques par la répétition d'un certain nombre d'organes (mollusque charnière).

II-2 POLYPLACOPHORES (planche 5a, 5b)

Le terme Polyplacophore vient du grec, poly- = nombreux, placo- = plaque, et phor- = porter. Il désigne des Mollusques à coquille aplatie et munie de 8 plaques calcaires articulées.

- Communément appelés chitons, les Polyplacophores sont des animaux marins benthiques.
- Ils sont principalement herbivores. Leur radula, aux dents fortement minéralisées et renforcées par une teneur élevée en fer leur permet de se nourrir d'algues calcifiées.

Les Polyplacophores vivant le plus près de la surface sont herbivores, tandis que les espèces vivant dans les grandes profondeurs sont devenues détritivores.

- Ce sont des animaux à symétrie bilatérale, aplatis dorso-ventralement.
- Ventralement se trouve la cavité palléale constituée d'un sillon autour du pied ; ce sillon abrite de nombreuses petites branchies (de 6 à 88 paires suivant les espèces).
- La tête cachée sous le bord du manteau est dépourvue d'œil. La radula est toujours présente.
- Le manteau enveloppe le corps, secrète La coquille constituée de huit plaques calcaires articulées entre elles.

Ces plaques sont traversées par de nombreuses papilles sensorielles à rôle tactile, olfactif ou par de multiples organes photorécepteurs.

- Le tube digestif est long et marqué de nombreuses circonvolutions. L'animal est végétarien.
- Le système nerveux archaïque sans ganglions cérébroïdes avec une paire de cordons palléaux et une paire de cordons pédieux réunis par de nombreuses commissures formant une échelle.

II-3 SCAPHOPODES (planche 6a, 6b)

- Les Scaphopodes (du grec scaph, vase creux) constituent un petit groupe d'animaux marins fouisseurs. Le type en est le Dentale (*dentalium*).
- Ce sont des Mollusques primitifs, dont le système anatomique et physiologique est très simplifié. Chez l'adulte la coquille est univalve, mais divisée en deux parties chez les plus jeunes.
- Le corps allongé est entièrement entouré par le manteau qui secrète une coquille tubulaire ouverte aux deux extrémités.
 - L'orifice antérieur plus large, enfoncé dans le sable, permet le passage du pied et une touffe de tentacules renflés (ou captacules) dont le rôle est de diriger vers la bouche les débris et les petits organismes dont se nourrit l'animal fouisseur.
 - La partie postérieure (où s'ouvre la cavité palléale), est munie d'un orifice plus étroit et fait saillie à l'extérieur du sédiment; cet orifice laisse pénétrer l'eau que des contractions du manteau font circuler.

- La tête réduite est prolongée d'un mufle et entourée par 4 palpes buccaux.
- Ce mufle entoure la bouche qui donne accès à un bulbe avec radula.
- La fécondation est externe (pas d'appareil copulateur mâle).

II-4- BIVALVES (planches 7a, 7b)

- Les Bivalves (moule, huître, coquille Saint-Jacques) sont des Mollusques aquatiques munis d'une coquille à deux valves protégeant un corps aplati latéralement.
- Ils se distinguent par leur symétrie bilatérale avec valves droite et gauche, une tête peu différenciée, l'absence des tentacules et des yeux.

Les deux valves D et G s'articulent dorsalement par une charnière, qui porte en alternance des dents et des fossettes. Un dispositif qui assure un engrenage parfait (planche 8).

L'ouverture des valves est passive (ligament de la charnière élastique), mais la fermeture est active (muscles adducteurs) (planche 8 bis).

- Du fait de l'absence de la tête, il n'existe pas d'organes sensoriels céphaliques. Ces derniers se trouvent souvent reportés sur les bords du manteau (yeux, tentacules palléaux..)(planche 9).
- Le manteau fabrique la coquille en fixant chimiquement le calcaire. De plus, il s'applique contre la face intérieure des valves et délimite une vaste cavité palléale contenant deux cténidies (ou branchies lamellaires d'où le nom Lamellibranches)

Ces branchies, outre leur rôle respiratoire ont une fonction dans le tri des particules alimentaires et leur acheminement vers la bouche. Les bivalves sont des filtreurs (microphagie)..

- L'origine du courant palléal est donc d'origine ciliaire.
- Le manteau des Bivalves peut avoir des extensions, les siphons, qui servent à aspirer et expulser l'eau de sa cavité.
- Comme le corps, le pied est aplati latéralement et étiré vers l'avant. Il est très musclé, doté d'un squelette hydrostatique, sert au déplacement et à l'enfouissement.
- Ce squelette permet de modifier la forme du pied et qui peut alors pénétrer dans les sédiments (enfouissement). Il sert de pont d'encrage et la contraction des muscles permet à l'animal de se tirer vers l'avant.
- Le pied enferme souvent une glande fabriquant une substance soyeuse qui durcit pour produire le **BYSSUS** (un fixateur...) (planche 10).
- La partie antérieure du tube digestif ne comporte ni mâchoire ni radula. La bouche entourée par deux paires de palpes labiaux s'ouvre directement sur l'œsophage.
- Une grande majorité des bivalves sont des Mollusques microphages, la tête se limite à la bouche, sans radula. Les particules alimentaires sont entraînées par les mouvements d'eau créés par les battements ciliaires des cellules épithéliales des branchies et des palpes. Les bivalves se nourrissent surtout par filtration de l'eau et ingestion du plancton (Protistes).

- Leur nourriture, essentiellement des micro-organismes, phytoplancton ou détritus, est engluée et acheminée jusqu'à la l'estomac où elles seront broyées par une tige cristalline.
- Les bivalves ou lamellibranches sont des Mollusques marins ou dulcicoles et benthiques. Ils sont capables de coloniser tous les substrats. Ils sont soit fixés, soit posés sur le fond ou encore fouisseurs, voire foreurs.
- Certains de ces Bivalves ont la faculté de fabriquer une perle. C'est en fait un dépôt de nacre sur un corps étranger) (complément 1) (planche 11).
- Hermaphrodites à fécondation externe. La fécondation est libre (pélagique). Le stade larvaire est généralement mobile et pélagique contrairement au stade adulte, le plus souvent sédentaire.

N.B: Les Mollusques se spécifient par une régression fonctionnelle (perte du déplacement propre aux structures vermiformes) qui s'est traduite par un succès évolutif.

II-5 GASTÉROPODES (planches 12a, 12b)

- Le terme « Gastéropode » vient du Grec: gastêr: ventre et podos: pied. Il souligne le large pied ventral sur lequel repose leurs viscères.
- Cette classe rassemble les $\frac{3}{4}$ des espèces actuelles de Mollusques.
- Elle se distingue par un ensemble de transformations qui font disparaître la symétrie bilatérale initiale au profit d'un enroulement hélicoïdal de la masse viscérale.
- La tête bien individualisée porte divers organes sensoriels (yeux, tentacules...).

- Le pied, très musculeux, est souvent appelé « sole de reptation ». Celle-ci sert à l'appui de l'ensemble de la masse viscérale qui est protégée par une coquille.
- La coquille est formée par un tube conique entouré en spirale autour d'un axe rigide (la columelle). Cette columelle peut être creuse ou pleine.
- Une grande majorité de Gastéropodes possède cette coquille. Le pied peut entièrement s'y rétracter, la tête en premier. Un opercule situé sur la queue peut obstruer l'entrée de la coquille, interdisant l'accès aux prédateurs.
- La cavité palléale est formée par un repli du tégument dorsal ou manteau dans laquelle débouchent l'anous et les orifices urinaires.
- Les Gastéropodes se singularisent par leur asymétrie et la torsion de leur masse viscérale. En effet, L'architecture de l'hypothétique ancêtre des Gastéropodes est cette fois-ci torsadée.
- Au cours du développement larvaire Leurs régions dorsales (masse viscérale et coquille seulement, tête et pied sont épargnés) ont subi trois phénomènes caractéristiques de cette classe: flexion endogastrique, rotation et spiralisation (pl. 13).
 - ✚ Tout d'abord il y a une flexion endogastrique rapprochant l'anous de la bouche, avec développement de la masse viscérale en hauteur, le tube digestif prenant une forme en U, ses deux extrémités antérieures et postérieures étant rapprochées.
 - ✚ La rotation de 180 ° (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) de toute la masse viscérale va amener la cavité palléale en avant (les cténidies et l'anous, au-dessus de la

tête). Les organes primitivement situés à gauche passent à droit.

✚ La spiralisation va entraîner l'enroulement de toute la masse viscérale qui se retrouve dans la coquille. Elle entraîne ainsi la perte de la symétrie bilatérale. Toutefois, il faut noter que les Gastéropodes ne subissent pas tous la spiralisation.

➤ Aux traits précédents, s'ajoutent deux caractères plus spécialisés:

✚ la coquille univalve et la radula pharyngienne qui offrent des variantes infinies en relation avec le degré d'évolution d'une part, le régime nutritionnel d'autre part (planches 14).

➤ Les Gastéropodes possèdent une radula qui leur permet de déchiqueter les aliments. Ils sont soit végétariens, soit carnivores ou omnivores. La radula abrasive de certaines espèces permet la perforation des coquilles d'autres Mollusques à des fins prédatrices.

➤ Les Gastéropodes sont particulièrement ubiquistes puisqu'ils colonisent des milieux aquatiques marins (pélagiques ou benthiques, littoraux à océaniques), dulcicoles et terrestres.

II-6 CÉPHALOPODES (planches 15a, 15b).

➤ Les Céphalopodes constituent une classe de Mollusques exclusivement marins.

➤ Leur nom dérive de la position du pied, entourant la tête (du grec *Képhalê* = tête, et du pluriel *podes* = pieds, c'est-à-dire pieds du côté de la tête).

➤ Ce sont les Mollusques les plus différenciés: certains zoologistes les considèrent comme les Invertébrés les plus évolués en raison de :

- leur Système nerveux très concentré (véritable cerveau contenu dans un crâne cartilagineux solide);
 - du développement de leurs organes sensoriels (yeux de type camérulaire qui rappellent ceux des vertébrés) (planches 16);
 - de leur comportement analogue à celui des poissons ;
 - de leur mobilité et de leur taille parfois exceptionnelle (jusqu'à 22 m de longueur). C'est dans la classe des Céphalopodes qu'on trouve les plus grands Mollusques connus.
- Malgré qu'ils soient les plus évolués, ils restent pourtant proches de la souche hypothétique par beaucoup de caractères: symétrie bilatérale, cœlome développé, cavité génitale en relation avec l'appareil excréteur.
- Cependant, leur plan d'organisation paraît fort différent de celui du Mollusque primitif; il est néanmoins aisé de l'en faire dériver.
- L'élévation de la masse viscérale est très accentuée, le pied est ramené dans la région céphalique.
 - Il se transforme pour fournir une couronne de tentacules entourant la tête et une sorte de cône coiffant la cavité palléale devenant, en effet, ventrale et antérieure.
- La tête des Céphalopodes est pourvue :
- d'yeux et de statocystes (organe sensoriel) hautement différenciés,
 - de mâchoires cornées formant un bec à deux mandibules (dite bec de perroquet),
 - d'une radula, parfois munie d'une glande salivaire au produit venimeux
- Le pied musculeux est constitué de bras entourant l'ouverture buccale.
- Les bras (ou tentacules) portent des ventouses (suçoirs nombreux) à l'aide desquels l'animal saisit les objets et s'attache à eux pour se mouvoir.

Ces ventouses sont parfois garnies de dents ou de crochets cornés. Les bras et les ventouses servent à la capture de proies, parfois à l'accouplement ou à la reptation (planches 17).

- Les Céphalopodes sont complètement enveloppés dans leur manteau ouvert vers l'avant.
- La cavité palléale des Céphalopodes abritant les branchies, un rectum, un anus avec 2 orifices excréteurs, un orifice génital est munie d'un **entonnoir** par lequel l'eau est éjectée.
- Le Manteau et l'entonnoir constituent un dispositif locomoteur qui fonctionne selon le principe d'un appareil à propulsion par réaction.

L'eau contenue dans la cavité palléale est expulsée sous pression par un étroit tuyau (l'entonnoir...).

La force de pression dépend de la puissance des muscles palléaux. Le même appareil assure la circulation de l'eau respiratoire.

N.B : La cavité palléale joue un rôle vital dans l'évacuation, la respiration et la propulsion. Le courant palléal est donc d'origine musculaire et non ciliaire comme chez les Lamellibranches.

- La Coquille est réduite et interne. Elle a perdu de l'importance, et peut être entièrement recouverte par le **manteau**
- Elle constitue non seulement une structure de protection mais aussi un organe hydrodynamique. Les échanges d'air et d'eau permettent d'ajuster la pression et assurent la flottabilité.
- Les formes plus évoluées (ou plus récentes) de Céphalopodes se caractérisent par une coquille réduite, interne.

N.B : *La réduction de la coquille est sans doute liée à un développement favorisant la mobilité et la célérité plutôt que la protection.*

- leur mobilité, leurs organes préhensiles et leur appareil mandibulaire en font des prédateurs redoutables.
- Ce sont des prédateurs carnivores actifs capables d'une locomotion rapide et peuvent aussi utiliser le battement des nageoires qui sont des expansions du manteau.
- Ils sont dotés de structures leur permettant de détecter et de capturer des proies mobiles (système sensoriel céphalique sophistiqué, position nouvelle du pied adapté à une nouvelle fonction : la capture de la nourriture).
- Leur architecture et leur morphologie interne, très différentes de celles des autres mollusques, sont le reflet de leur mode de vie.
- Les sexes sont séparés. Après la parade, le spermatophore présenté par le mâle est transporté par un tentacule spécialisé, l'hectocotyle dans la cavité palléale de la femelle (planches 17).

III- FONCTIONS BIOLOGIQUES (complément 2 / TD)

III-1 LOCOMOTION

- Les cils et le mucus jouent un rôle dans la locomotion des Polyplacophores et des Gastéropodes, comme chez les vers plats qui ont un mode de vie libre.

- Plusieurs Bivalves ne se déplacent pas du tout, et leur pied est transformé en filaments collants (les byssus) qui servent à attacher l'animal au substrat.
- Les Bivalves qui vivent dans les sédiments doivent, toutefois, se déplacer pour éviter d'être enfouis. Leur pied musculeux est utilisé pour tirer l'animal. Le squelette hydrostatique permet de modifier la forme du pied qui peut alors pénétrer dans les sédiments, puis servir de point d'ancrage pour que la contraction des muscles permettra à l'animal de se tirer vers l'avant.
- Les Céphalopodes se déplacent principalement en projetant l'eau contenue dans la cavité du manteau par un siphon, un peu à la manière des moteurs à réaction.
 - L'eau est expulsée violemment, lors de la contraction des muscles du manteau, à travers l'entonnoir.
 - Par réaction, l'animal est alors propulsé avec force vers l'arrière.
 - Il est à signaler, cependant, que l'entonnoir peut être orienté de manière à diriger l'animal vers l'endroit voulu en cas de contraintes.

III-2 RESPIRATION ET CIRCULATION

- Tous les Mollusques aquatiques ont des **cténidies**. La ventilation de ces organes respiratoires est assurée par le mouvement de l'eau qui est provoqué par l'action des **cils** ou la contraction des muscles de la cavité du manteau.
- Les **Gastéropodes** terrestres ont un poumon, qui est une simple invagination du manteau avec une petite ouverture vers l'extérieur afin de limiter les pertes d'eau.

- Le système circulatoire de la plupart des Mollusques est ouvert et ressemble à celui des **Arthropodes**. Le sang pénètre dans les cœurs par les ostia et est pompé dans les diverses régions du cœur le long d'artères. Ce sang baigne les tissus et revient dans la cavité qui entoure le cœur, la **cavité péricardique**, pour être pompé à nouveau.
- Les **Céphalopodes** ont cependant un **système circulatoire fermé** qui est beaucoup plus efficace et peut supporter les taux métaboliques élevés associés à la nage rapide. Ces animaux ont deux cœurs, un cœur branchial qui pompe le sang vers les branchies pour y être oxygéné, et un cœur systémique qui repompe le sang dans toutes les régions du corps.
- Cet arrangement permet de maximiser la redistribution de l'oxygène en éliminant le mélange de sang oxygéné avec celui qui est chargé de gaz carbonique.

III-3 ALIMENTATION ET DIGESTION

- La **radula** est impliquée dans l'alimentation de tous les Mollusques, sauf évidemment chez les **Bivalves** qui en sont dépourvus.
- Cette structure en forme de râpe est bien adaptée au broutage des algues sur les substrats durs. Chez les **Gastéropodes** prédateurs, elle est transformée, et peut servir de lance.
- Chez les **Bivalves**, les particules filtrées par les **cténidies** sont imbibées de mucus et acheminées vers la bouche sous l'action de mouvements ciliaires. Dans l'estomac, elles sont triées et exposées à l'action des enzymes digestives. On retrouve chez les Bivalves un **stylet cristallin** qui n'est autre chose qu'un cône d'enzymes digestives cristallisées.

III-4 REPRODUCTION

- La reproduction est sexuée chez les Mollusques. La plupart sont dioïques, mais plusieurs Bivalves et Gastéropodes sont hermaphrodites.
- Les gonades se développent dans la cavité péricardique.
- La plupart des Bivalves n'ont pas d'organes copulateurs et relâchent leurs gamètes dans l'eau.
- Chez les Gastéropodes terrestres, la fécondation est interne.
- Le zygote de plusieurs Mollusques se développe en larve trochophore semblable à celle de certains Annélides, puis en larve véligère qui est unique aux Mollusques.

IV- DÉFENSES

- Les Mollusques des zones intertidales sont équipés pour résister à la dessiccation entre les marées hautes (opercule des Gastéropodes, valves des Bivalves).
- Les Gastéropodes pulmonés peuvent sceller leur coquille et entrer en dormance pour survivre aux périodes sèches.
- Les pieuvres et les seiches peuvent relâcher de l'encre pour se camoufler et tromper leurs attaquants; cette encre forme un écran visuel et chimique qui leur laisse le temps de s'enfuir.

V- ESSAI D'EXPLICATIONS DE LA DIVERSIFICATION ET DE L'ÉVOLUTION AU SEIN DU GROUPE DES MOLLUSQUES (Complément TD)

CHAPITRE XI

LES ARTHROPODES

1- IMPORTANCE DES ARTHROPODES

- Les Arthropodes occupent une place considérable dans le monde animal, tant par leur diversité morphologique que par la multiplicité des biotopes qu'ils occupent ou, en d'autre terme, par sa remarquable réussite biologique évolutive.
- L'embranchement des Arthropodes est celui qui a le plus de succès sur notre planète. Ils se retrouvent, en abondance dans tous les habitats, des pics de montagne neigeux aux fosses abyssales, et des déserts aux forêts tropicales.
- Ils constituent le plus grand groupe d'animaux. Avec plus d'un million et demi d'espèces décrites, les Arthropodes représentent, à eux seuls, les 4/5 des espèces de la biosphère.
- On découvre, annuellement, 20 000 espèces nouvelles d'Arthropodes (Insectes en majorité). En effet, 9/10 des Arthropodes sont des Insectes.

II- DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Sous le terme »Arthropode », sont groupés les animaux de forme parfaitement symétrique, pourvus d'appendices articulés (du grec:arthron=Articulation et podos=pied).
- Ces animaux sont les Arachnides, les Crustacés, les Myriapodes et les Insectes (planche 1).

- Les Arthropodes sont des Métazoaires, Triploblastiques, Coelomates, Protostomiens, Hyponeuriens métamérisés (métamérie hétéronome).
- leur corps est formé de segments. Chacun d'eux porte, fondamentalement et primitivement, une paire d'appendices symétriques, homotypes, adaptés à des fonctions multiples (perception, mastication, locomotion, respiration, reproduction,...) en fonction de leur position sur le corps.
- Ils ont une cuticule externe inextensible qui recouvre tout le corps. C'est un exosquelette rigide qui impose une croissance par mue(s). Il présente des zones d'articulation membraneuses et souples aux limites antérieure et postérieure de chaque métamère ainsi qu'entre les articles successifs des appendices.
- Ils ont des vésicules coelomiques que chez les embryons précoces: Ces vésicules se désagrègent très rapidement lors du développement. Ainsi ces cavités confluent avec les lacunes et sinus circulatoires. Il se forme un appareil circulatoire ouvert.
- L'hémocœle est la cavité générale où circule le sang.
- Ils possèdent un cœur contractile, formé à partir d'un vaisseau dorsal.
- Leur système d'excrétion est bien différencié (glandes coxales, tubes de Malpighi,...). Le système excréteur néphridien des annélides a disparu.
- Ils ont un système nerveux bâti sur le plan annélidien (la chaîne nerveuse est ventrale, reliée au « cerveau » par le collier

péri-oesophagien). Le cerveau est hautement différencié et divisé en trois vésicules : protocérébron, deutérocébron, tritocébron.

- Leurs mouvements ne dépendent que de la musculature animant Leurs appendices locomoteurs, rattachés à l'exosquelette.
- Ont des œufs très riches en vitellus et ne présentent pas de larve trocophore (ce qui est le cas des Annélides et des Mollusques).
- Ils sont marins, dulçaquicoles, ou terrestres.
- Ils présentent une très grande diversité de modes de vie: Libres, sessiles, endo - ou ectoparasites.

N.B: *Ces points évolutifs fondamentaux ont été déterminants dans leur succès écologique et leur réussite évolutive.*

II- ORIGINALITÉS DES ARTHROPODES (complément 1 / TD)

La caractéristique principale de ce groupe est la présence d'appendices articulés et d'un **exosquelette** segmenté, à base de *chitine* et formé de plaques rigides (les **sclérites**). Cependant les Arthropodes sont, en plus, remarquables par trois autres types de caractères à savoir la tagmatisation, Le développement post-embryonnaire et l'adaptation à la vie terrestre.

II-1- TÉGUMENT OU PAROI DU CORPS

II-2- MÉTAMÉRIE HÉTÉRONOME ET NOTION DE TAGMATISATION

II-3- APPENDICES ARTICULÉS

II-4- DÉVELOPPEMENT POST-EMBRYONNAIRE

III- PLANS D'ORGANISATION ET DIVERSITÉ

III-1- ARACHNIDES

III-1-1 DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Les Arachnides sont des Arthropodes, **chélicérates**, à respiration aérienne, trachéenne et/ou pulmonaire.
- Leurs représentants les plus connus sont les araignées, les scorpions et les acariens.
- Ils englobent 11 groupes (ordres dans la classification classique). Ceux-ci, bien qu'ils possèdent des caractères communs, sont morphologiquement très différents les uns des autres (**planche 2**).
- Cependant, malgré cette diversité des formes rencontrées, la classe des Arachnides est remarquablement homogène. Ils se caractérisent par (**planche 3**):
 - la présence de 4 paires de pattes locomotrices;
 - l'absence d'ailes et d'antennes;
 - la division du corps en, seulement deux parties: céphalothorax ou prosome et abdomen ou opisthosome.
- Presque tous les Arachnides sont des animaux terrestres. Ils pourraient représenter les premiers Arthropodes terrestres. La colonisation de ce milieu est favorisée par l'acquisition de la respiration trachéenne e/ou pulmonaire.
- Ils sont en général des animaux carnassiers.
- Le céphalothorax porte les yeux, dont la présence est quasi permanente, les chélicères, les pédipalpes ou pattes mâchoires (première paire de pattes transformées à rôle tactile, masticatoire, préhensile ou encore sexuel), et les quatre paires

de pattes locomotrices ou ambulatoires. Tous ces appendices sont multiarticulés.

- L'abdomen (ou opisthosoma), plus ou moins segmenté dorsalement, ne porte aucun appendice ; il peut très rarement, porter des formations spéciales (peignes des scorpions, filières).
- Les Arachnides les moins évolués (scorpions) sont les plus apparemment segmentés; les acariens, apparemment non segmentés, sont les plus évolués.

N.B: *Il paraît que, au cours de l'évolution, la subdivision et la métamérie tendent à s'estomper et même à disparaître par fusion de métamères. Le prosoma peut même se souder à l'abdomen.*

III-1-2 GÉNÉRALITÉS SUR LES APPENDICES

❖ LES CHÉLICÈRES

- Ce sont des appendices préhensiles aptes à saisir, à tuer mais aussi, chez certains espèces, à découper les proies.
- Ils sont en général courts et de petite taille, à l'exception de certains groupes comme les Solifuges, les Opilions chez qui leur taille est importante.
- Ils sont formés de 2 ou 3 articles et se terminent par des crochets ou des pinces suivant les groupes (planche 4).

❖ LES PÉDIPALPES (PATTES MÂCHOIRES)

- Ils sont composés de la hanche et du palpe (constitué par le trochanter, le fémur, la patella, le tibia et le tarse).
- Deux de ces articles sont particulièrement remarquables : le tarse chez le mâle adulte et la hanche chez les deux sexes.

- Chez le mâle adulte, le tarse est plus ou moins profondément modifié en forme de cuillère pour contenir l'organe copulateur ou bulbe (planche 5).
- Dans la plupart des cas, les hanches sont fortement dilatées pour former des lames maxillaires qui encadrent la pièce labiale (planche 6).
- Ces lames sont garnies, au bord interne, d'une brosse de poils qui sert à filtrer les aliments et, au bord supéro-interne d'une carène tranchante servant à dilacérer les proies.
- Ce sont en premier lieu, des organes tactiles qui interviennent dans la recherche de la nourriture. Cependant chez certains groupes, le rôle préhensile devient prépondérant; ils permettent alors la capture des proies et chez d'autres, ils ont plutôt un rôle masticateur (transformation de l'article basal en lame maxillaire).

❖ LES PATTES AMBULATOIRES

- Sont toujours au nombre de quatre paires (8 pattes).
- Elles sont composées de 7 articles: la hanche, le trochanter, le fémur, la patella, le tibia, le métatarse, et le tarse (planche 7)..

❖ LES FILIÈRES

- Situées généralement à l'extrémité postérieure de l'abdomen, reliées directement aux glandes séricigènes et servent à l'émission de la soie (planche 8).

III-2- CRUSTACÉS

III-2-1 CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Ce sont des Arthropodes mandibulés, antennés, à respiration branchiale, munis de deux paires d'antennes

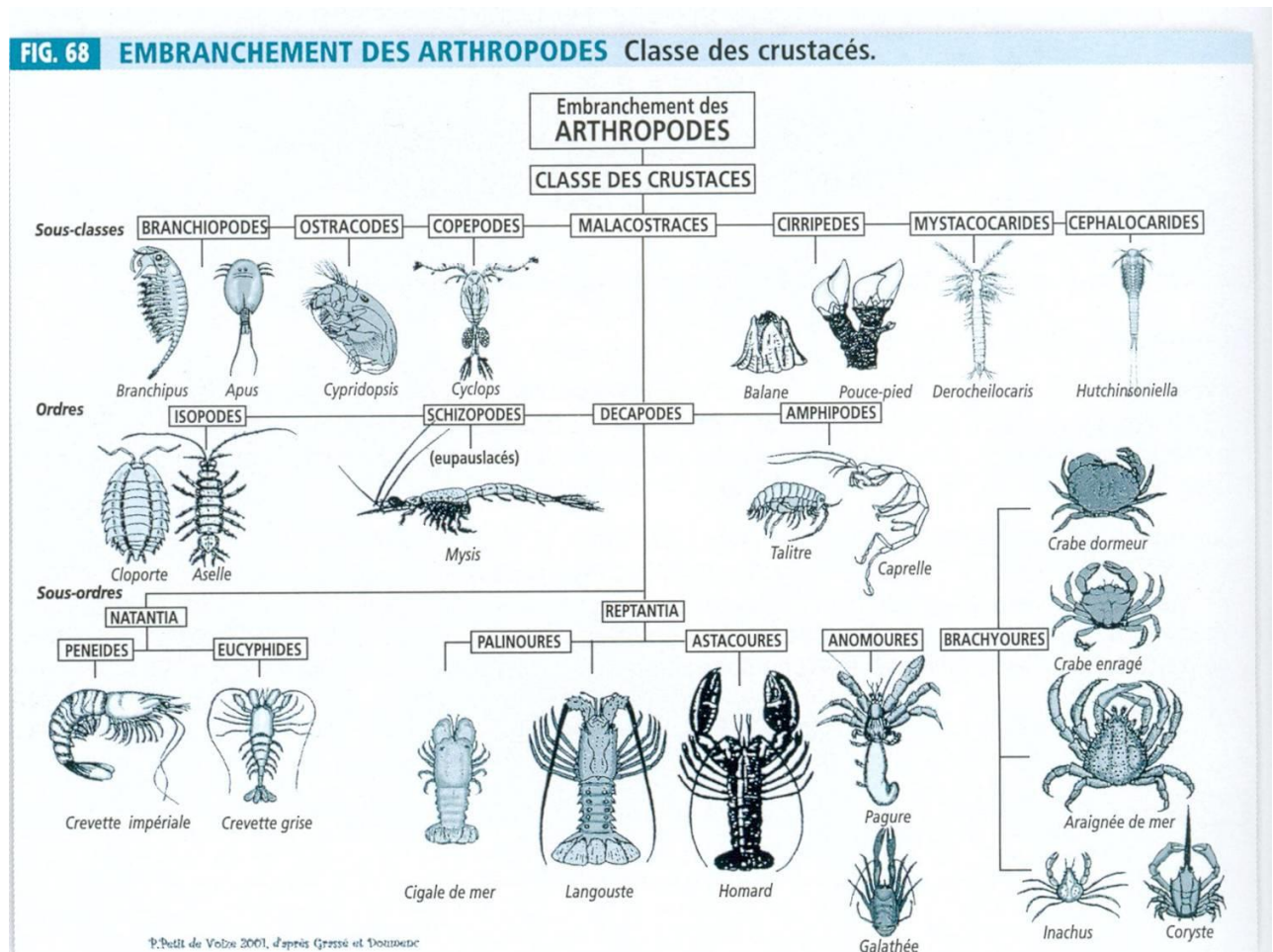
(antennules et antennes), de trois paires de pièces buccales (mandibules, maxillules et maxilles) et d'une série de segments, ou somites, tous semblables, chacun porteur d'une paire d'appendices **biramés**. Sur le dernier s'insère un article apode, le telson (**planche 9**).

- Au cours de l'évolution, des adaptations fonctionnelles ont entraîné une spécialisation des appendices et, en même temps, la différenciation du corps en régions morphologiquement distinctes, avec modification, fusion ou même disparition d'éléments métamériques originels.
- Ainsi le corps d'un Crustacé, exception faite des formes très modifiées par la vie fixée ou par le parasitisme, est divisé en trois régions, ou **tagmes** : la tête, ou céphalon, le thorax, ou péréion et l'abdomen, ou pléon.
- Beaucoup de Crustacés présentent une formation morphologique qui, par son origine, est typique de la classe, la **carapace**. Il s'agit d'une cuticule incrustée de sels minéraux: carbonate de calcium, phosphates de calcium et de magnésium (sorte de croute dure). C'est cette dernière particularité qui leur a valu leur nom (du grec crusta=croute).
- Cette carapace revêt des aspects très variés suivant les groupes : bivalve en bouclier protégeant dorsalement et latéralement la région céphalothoracique chez les décapodes, alors que, chez les cirripèdes, elle constitue un manteau renforcé par des plaques calcaires dont certaines peuvent se souder en une loge rigide solidaire de son support.
- Parmi les caractères généraux propres aux crustacés, ceux qui sont liés à la structure **biramée** des appendices méritent une

mention particulière. Sur une partie basilaire, le protopodite, sont articulées deux rames, l'endopodite du côté interne, l'exopodite du côté externe (planche 10).

- Les fonctions des appendices sont des plus diverses : ils peuvent être locomoteurs et servir soit à la reptation, soit à la nage ; ils peuvent aussi jouer un rôle dans la capture et la contention des proies, dans la mastication des aliments, dans la respiration et dans la reproduction ; enfin certains sont essentiellement sensoriels (planche 11).

III-2-2 CLASSIFICATION SOMMAIRE (planche 12)



III-3- MYRIAPODES

III-3-1 DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- Ce sont des Arthropodes antennates, mandibulates à respiration aérienne (trachéates).
- Les **Myriapodes**, du grec *murios*, dix mille, et *podos*, pied), communément appelés « **mille-pattes** », sont des animaux au corps allongé et segmenté, pourvus de nombreuses pattes.
- Il s'agit d'animaux au corps très long, en forme de **ver**, et divisé en anneaux, chaque anneau portant une (*chilopodes*) ou deux (*diplopodes*) paires de pattes (**planche 13**).
- Ils ont un squelette de chitine pas très épais, et ne peuvent pas vivre dans des endroits secs ou ensoleillés. Ils sont dits *photofuges*, c'est-à-dire qu'ils fuient la lumière et vivent dans des endroits humides et à l'ombre, dans des sous-bois par exemple. C'est le cas des scolopendres, des iules (**planche 14**).
- Ils se caractérisent par la présence d'antennes, de mandibules et d'une respiration aérienne, grâce à des **trachées**, petits tubes amenant l'air nécessaire aux organes: ils font partie, avec la classe des insectes, des **trachéates**. Ils se distinguent des insectes par le grand nombre de segments et de paires de pattes:
- Leur corps peut être divisé en trois régions (**planche 15**):
 - la tête qui porte des antennes, des yeux et des pièces buccales complexes (lèvre supérieure, Lèvre inférieure, une paire de maxilles et une paire de mandibules) (**planche 16**).
 - Le tronc : comporte des segments, tous identiques, nombreux (de 15 à 181) et portant soit une paire de pattes, soit deux (diplopodes).

Les appendices de la 1^{ère} paire thoracique, dirigés vers l'avant, soudés par leurs coxopodites correspondent aux forcipules (en forme de crochets et souvent en relation avec une glande à venin).

- le segment terminal ou telson ou pygidium, généralement de forme particulière et différente des autres segments du corps.

III-3-2 CLASSIFICATION

- Les Myriapodes se subdivisent en deux sous classes : Les Opisthognéates et les Progonéates.
- Les Opisthognéates comprennent La grande majorité des Chilopodes à mœurs nocturnes.
 - Ce sont des Myriapodes aplatis dorso-ventralement présentant une paire de pattes par segment corporel.
 - Ce sont des organismes rapides, prédateurs, et dont la première paire de pattes est transformée en crochets venimeux: les **forcipules** (planche 17).
 - Ils comprennent entre autres la grande **scolopendre**, la **lithobie** et les **géophiles**(planche 18).
- es Progonéates rassemblent trois groupes à régime détritivore ou phytophage : les Pauropodes, les Symphiles, et les diplopodes qui possèdent deux paires de pattes par segment (planche 19).

III-4- INSECTES

III-4-1 IMPORTANCE DES INSECTES

- Les Insectes sont des Arthropodes Antennates Mandibulates Trachéates ne possédant que trois paires de pattes. Cet ensemble est remarquable par son homogénéité structurale.
- En tout état de fait, la classe des insectes ne manifeste aucun signe de décadence et semble être en pleine expansion. Notons que durant des millénaires, se jouant de tout, ils ont colonisé l'ensemble de la planète.
- Un certain nombre de caractéristiques particulières jouent en leur faveur:
 - La faculté de voler : Facilité de se disperser, d'échapper à des habitats devenus défavorables, de trouver de la nourriture et de rencontrer l'autre sexe.
 - Adaptations alimentaires remarquables.
 - Solidité et rigidité de leur exosquelette.
 - Taille modeste : Un animal petit exige peu de son milieu , peu de nourriture, peu d'eau, abri facile à trouver.
 - Leurs métamorphoses : Beaucoup d'insectes survivent grâce à ces métamorphoses. En général, les insectes vivent la plus grande partie de leur vie sous forme larvaire tout en mettant au point des adaptations précieuses pour le stade adulte.
 - La fécondation retardée des œufs : Certains insectes ailés peuvent retarder la fécondation jusqu'à ce que les possibilités nourricières et les conditions de vie soient devenues favorables (spermathèques de certaines femelles).
- La classe des **Insectes** représente le groupe le plus important du règne animal, par la diversité des formes, par l'étendue des habitats (des régions polaires à l'équateur, du bord de la mer à

plus de 6000 m d'altitude, seule la haute mer étant quasiment dépourvue d'insectes) et par le nombre des espèces connues.

- cette classe représente à elle seule les trois quarts des espèces animales actuellement identifiées (l'équivalent de 80%).
- Les insectes sont des animaux extrêmement anciens.

III-4-2 MORPHOLOGIE D'UN INSECTE

❖ GÉNÉRALITÉS

- Comme tout autre **Arthropode**, les insectes présentent un exosquelette qui recouvre extérieurement le corps et qui est formé de plaques rigides, appelées **sclérites**.
- Les sclérites sont reliés par de souples membranes qui confèrent à l'animal une grande liberté de mouvement.
- Cette carapace inextensible est régulièrement remplacée au cours de la croissance de l'animal: c'est la **mue**. L'ancienne cuticule abandonnée est nommée **exuvie**.
- Le nombre de mues est défini par l'espèce, de même que la nécessité ou non d'une métamorphose pour atteindre le stade adulte (appelé *imago*). On distingue ainsi les insectes à métamorphose complète, incomplète ou sans métamorphose.
- Les insectes sont, à l'état **imaginal**, des animaux terrestres ou dulçaquicoles, au corps divisé en trois parties (**planche 20**):
 - la tête porte une paire d'**antennes** (les Insectes sont des **Antennates**) présentant, contrairement aux **Chélicérates**,

une paire de **mandibules** (les insectes appartiennent aux **Mandibulates**).

La bouche est entourée de *pièces buccales* qui, d'un insecte à l'autre, peuvent varier énormément, mais sont composées des mêmes appendices.

- le thorax provenant de la fusion de trois segments et portant trois paires de pattes (la classe des insectes est aussi appelée classe des **hexapodes**) et, le plus souvent, deux paires d'ailes, insérées sur les deuxième et troisième segments thoraciques (les Diptères ne présentent qu'une paire d'ailes et certains insectes sont **aptères**);
 - un abdomen segmenté.
- Les insectes n'ont pas de poumon, respirent par des **trachées**.
- Ces trachées prélèvent directement l'air ambiant chez les stades terrestres et aériens, et l'oxygène dissous dans l'eau chez les stades aquatiques: les organes permettant ces échanges sont les **trachéobranches**.
- L'**hémolymphe** des Insectes, de couleur variable (jaune, brun, rouge, vert) n'a donc pas la fonction d'oxygénation qu'on lui connaît chez les Vertébrés: il conduit néanmoins aux cellules les aliments digérés et en emporte les déchets.

❖ LA TÊTE ET SES APPENDICES (planche 21)

- La tête des Insectes provient de la fusion ancestrale de 6 segments primitifs, dont le premier porte les yeux, le deuxième les antennes, le troisième le labre, le quatrième les mandibules, le cinquième les **maxilles** ou **mâchoires** pourvues de **palpes**

maxillaires, et le sixième le **labium** ou lèvre inférieure, pourvue des **palpes labiaux**.

- D'un insecte à l'autre, les *pièces buccales*, peuvent varier énormément, mais sont composées des mêmes appendices. Elles sont de différents types selon les ordres d'insectes.
- Outre de simples ocelles, la tête porte des yeux composés, faits de très nombreuses **facettes** ou **ommatidies**,
- Les antennes sont des Organes sensoriels multiarticulés, de forme et de longueur variables. Ils affectent des formes et des structures très diverses. Ce sont des organes sensoriels pairs insérés sur la capsule céphalique au voisinage des yeux. Généralement très mobiles(**planche 22**).

Les antennes ont souvent un rôle tactile et sont fréquemment le siège des sens du goût et de l'odorat;

celui-ci est très développé chez les mâles de certains Lépidoptères(**planche 23**).

❖ LE THORAX ET SES APPENDICES

- Le **thorax**, constituant la partie locomotrice du corps, est formé de trois segments successifs nommés, d'avant en arrière, **prothorax**, **mésothorax** et **métathorax**, et portant chacun une paire de pattes (**planche 24**).
- les mésothorax et métathorax plus ou moins soudés, portant chacun une paire d'ailes.

🌈 STRUCTURE D'UNE PATTE

- Les pattes d'insectes sont faites d'un certain nombre de segments articulés. De la base vers l'apex, on reconnaît une **hanche** ou **coxa** qui s'articule avec le thorax, un petit **trochanter**,

un long **tibia**, un long **fémur** et une série d'articles constituant le **tarse**, le dernier article étant pourvu de **griffes** ou autres structures adhérentes (planche 25).

- Certaines pattes ont acquis une forme particulière en rapport avec leur spécialisation (planche 26)(complément).
- Les tarsi de nombreux insectes (Lépidoptères, Diptères) sont pourvus de soies innervées sensibles aux goûts permettant, par exemple, d'identifier les plantes-hôtes sur lesquelles les papillons se posent pour y pondre spécifiquement leurs œufs (planche 27).

STRUCTURE DE L'AILE

- Les ailes sont formées d'une fine membrane constituée de deux couches de cuticule accolées et tendues entre les épaississements que constituent les nervures alaires.
- Ces nervures renferment un canal sanguin et une trachée assurant nutrition et hématoxy.
- Les ailes sont souvent transparentes et semblent glabres à l'œil nu, mais portent en réalité des soies microscopiques.
- Chez les Lépidoptères, elles sont recouvertes d'écailles colorées disposées comme les tuiles du toit d'une maison (planche 28).
- Par comparaison à l'archétype de la nervation alaire chez les insectes (planche 29), la nervation primitive est encore assez proche de la structure originelle.
- Par contre, la réduction extrême des nervures et la grande taille des cellules paraît être typique d'un ordre d'insectes très évolué (planche 30).

❖ L'ABDOMEN

- L'abdomen est formé d'un nombre variable de segments (onze primitivement et au maximum) abritant, entre autres, les organes reproducteurs.
- L'abdomen peut porter, postérieurement, des appendices non liés à la reproduction. Parmi ces derniers, les cerques: de forme variable, ils sont filiformes et multiarticulés ou courts et tronqués chez les Orthoptères, transformés en pinces chez les Dermaptères et absents chez de nombreux insectes supérieurs (planche 31).
- Les segments abdominaux antérieurs sont pourvus de trachées, sortes de tubules respiratoires communiquant avec l'extérieur par des **stigmates**, et conduisant l'air aux tissus (planche 32).
- Enfin, l'abdomen des insectes est le siège de glandes odoriférantes, de structures et de fonctions diverses.

V- FONCTIONS BIOLOGIQUES

V-I- LOCOMOTION

- L'exosquelette et la présence d'appendices articulés procurent aux Arthropodes un avantage locomoteur marqué par rapport aux animaux **vermiformes**.
- D'une part, l'exosquelette procure la rigidité nécessaire au mouvement, fournit des points d'attache solides pour les muscles.
- D'autre part, les appendices permettent à l'animal de se déplacer sans avoir à utiliser toute sa musculature comme chez les animaux qui dépendent d'un squelette hydrostatique.

- Les Insectes qui ont des ailes (ptérygotes) ont un grand avantage car ils peuvent se déplacer rapidement sur de grandes distances.

V-2- RESPIRATION ET CIRCULATION

- La **cuticule** réduit énormément les échanges gazeux ou osmotiques au niveau de l'épiderme. Les Arthropodes sont donc munis d'organes spécialisés pour acquérir de l'oxygène.
 - Les **Araignées** ont un poumon interne qui est composé de feuillets de tissus. Le poumon est ventilé par les mouvements de l'abdomen et l'action du **squelette hydrostatique** interne.
 - Les **Crustacés** ont des branchies protégées par la carapace qui forme une chambre branchiale.
 - Les **Insectes** ont un système respiratoire unique et extrêmement efficace : le système trachéen.
La **cuticule** est percée de pores, les spiracles munis de poils hydrophobes. Ces pores mènent à un réseau de trachées et de trachéoles qui peuvent occuper près de 50% du volume interne de l'insecte.
Les trachéoles se ramifient en tubules qui entourent les muscles et les organes. Ces tubules sont remplis de fluide trachéolaire. La ventilation est assurée par les mouvements et contractions de l'animal.
- Les Arthropodes ont un **système circulatoire ouvert**, leur sang n'est donc pas continuellement dans les vaisseaux sanguins mais baigne les organes internes. Le cœur pompe le sang (hémolymphe) contenu dans la **cavité péricardique** par les ostia et le propulse vers les différentes régions du corps..

V-3- ALIMENTATION ET DIGESTION

- On retrouve toutes les stratégies alimentaires chez un groupe aussi vaste et diversifié que les Arthropodes.
- Ces spécialisations alimentaires sont typiquement associées à des adaptations au niveau des appendices buccaux et du tube digestif.
- Seule la partie centrale du tube digestif est utilisée pour la digestion car les parties antérieure et postérieure sont recouvertes de cuticule.
 - Les *Araignées* sont des prédateurs.
 - ✚ Ils paralysent leurs proies à l'aide de venin injecté par les **chélicères**.
 - ✚ Elles injectent alors leurs enzymes digestives, élaborées et régurgitées dans la proie, et sucent ensuite le liquide produit. . Leur digestion est en partie extracorporelle.
 - Les *Crustacés* sont typiquement filtreurs (zooplancton) ou détritivores (écrevisse, homard). Leurs appendices servent à créer un courant qui amène les particules à la bouche.
 - Chez les *Insectes*, les pièces buccales sont modifiées, parfois de façon surprenante, selon le type d'alimentation. (**complément / T.D et T.P, pièces buccales et principales adaptations**).

V-4- CYCLE BIOLOGIQUE

- chez les Arthropodes, La reproduction est sexuée et les animaux sont dioïques. Il y a généralement plusieurs stades

larvaires dont la morphologie et l'écologie diffèrent de celles du stade adulte (métamorphose).

- Chez les *Insectes*, la métamorphose peut être complète ou incomplète. Chez les sauterelles, par exemple, la métamorphose est incomplète et les larves ressemblent beaucoup aux adultes (moins les ailes et les organes génitaux). Par contre, chez les mouches et les papillons, la métamorphose est complète. La larve est très différente de l'adulte, et il y a un stade pupe au cours duquel la métamorphose s'effectue (**complément/ TD, développement post embryonnaire**).

V-5- DÉFENSES

- L'**exosquelette** est la première ligne de défense des Arthropodes.
- Leur petite taille et leur agilité peut également servir à tromper leurs prédateurs.
- En fait, tous les moyens sont bons et se retrouvent chez certains représentants du groupe : mimétisme, venin, acides, mauvais goût, épines, etc.

VI- PRÉSENCE BIOLOGIQUE

- Par rapport aux autres Invertébrés, les Arthropodes sont une étape évolutive majeure qui a pleinement réussi à conquérir le monde.
 - Les *Crustacés* sont présents à tous les niveaux de l'océan et des rivières (et même sur la terre ferme, grâce aux cloportes),
 - tandis que les *Insectes* règnent sur toutes les terres émergées, et que leurs larves ont colonisé toutes les eaux douces.

- Les ***Myriapodes*** sont capables de proliférer sans retenue dans tous les environnements riches en détritux (comme l'humus par exemple).
- Les ***Arachnides*** sont de très bons prédateurs.

➤ Cette réussite est liée à quelques facteurs:

- La présence d'une enveloppe dure permet aux Arthropodes d'être moins vulnérables à la déshydratation, aux blessures et aux morsures.
- Les appendices articulés (pattes) plus ou moins nombreux permettent de se déplacer facilement en marchant et non en rampant, ce qui permet un déplacement bien plus rapide et sur des terrains accidentés.
- Chez les ***Insectes***, la présence d'ailes leur a permis d'atteindre des lieux inaccessibles par d'autres moyens et d'être les premiers êtres vivants à pouvoir voler.
- Certains Arthropodes (langoustes, abeilles, fourmis,...) sont capables de comportements sociaux et vivent en groupes organisés, ce qui leur permet de résoudre des problèmes qu'un animal seul serait incapable d'affronter.



Les vertébrés

Pr. H. Messaouri

Embranchement des vertébrés

Agnathes



Poissons



Amphibiens



Reptiles



Oiseaux



Mammifères



ORGANISATION MORPHOLOGIQUE GENERALE DES VERTEBRES

Le corps des vertébrés est allongé dans le sens antéro-postérieur et comprend trois parties distinctes :

- la tête (encéphale, les organes sensoriels et la partie antérieure du tube digestif)
- le tronc ou thoraco-abdomen (essentiellement viscéral) portant les organes locomoteurs
- la queue (essentiellement musculieuse).

ORGANISATION ANATOMIQUE GENERALE DES VERTEBRES

Caractères évolutifs qui les différencient
les vertébrés des autres cordés :

- **épiderme** toujours pluristratifié,
- **corps** soutenu par une colonne vertébrale.
- **locomotion** assurée par des membres plurisegmentés.
- **appareil circulatoire** complètement endigué,
- **appareil respiratoire** développé à partir des diverticules du pharynx,
- **système nerveux** complexe avec une encéphalisation poussée,
- **reproduction** jamais de asexuée et les sexes sont séparés.

Principaux groupes de Vertébrés

Vertébrés

- **Agnathes (Super classe)**
- Gnathostomes
 - Chondrichthyens
 - Osteichthyens
 - Amphibiens
 - Reptiles
 - Oiseaux
 - Mammifères



Dans le groupe des **Agnathes** actuelles
les seules représentants sont :

- **Lamproies**
- **Myxines**

Agnathes

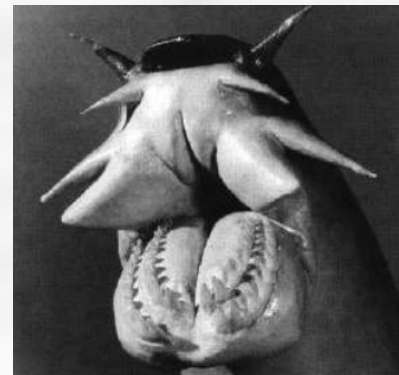


Lamproie

Lamproi



Myxine



Taille de la lamproie



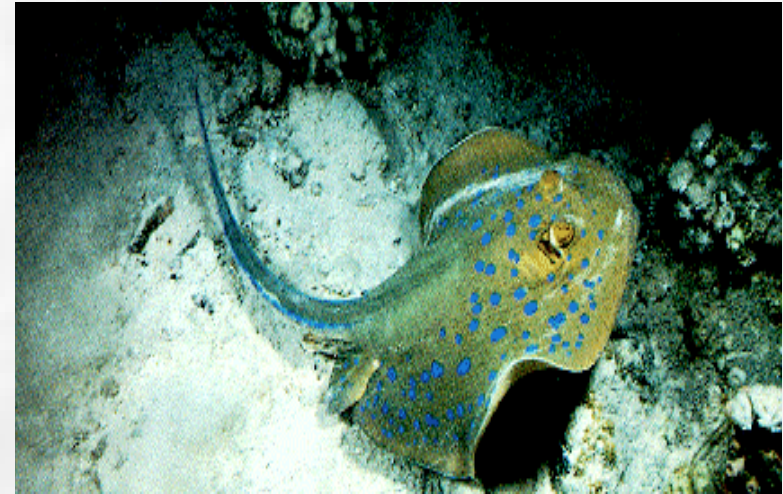
Embranchement des Gnathostomes

Super classe des Poissons

classe des Chondrichthyens

Vertébrés

- Agnathes
- Gnathostomes (Super classe)
 - Chondrichthyens (classe)
 - Osteichthyens
 - Amphibiens
 - Reptiles
 - Oiseaux
 - Mammifères



Embranchement des **Gnathostomes**
Super classe des **Poissons**
classe des **Chondrichthyens**



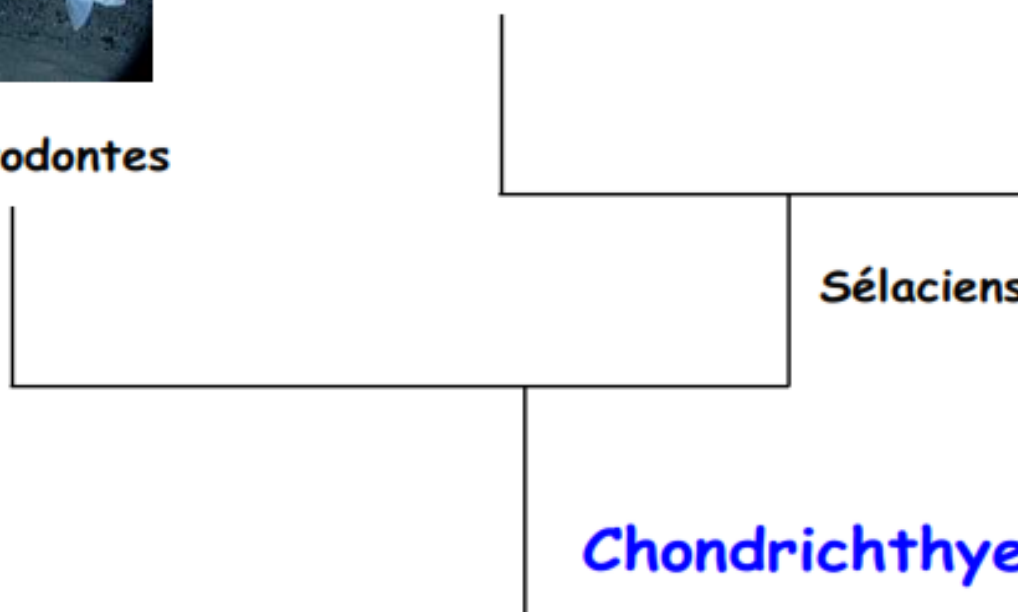
Bradyodontes



Hypotrèmes



Pleurotrèmes



Requins : Super Ordre des Eusélaciens Ordre des pleurotrèmes



Requins : Super Ordre des Eusélaciens

Ordre des pleurotrèmes



Requin marteau



Requin taupe



Emissole



Roussette

Les raies : Super Ordre des Eusélaciens Super Ordre des Hypotrèmes



Sous classe des bradyodontes
Ordre des holocéphales



Chimère

Taille des sélaciens actuels



Dans une ville portuaire de Karachi au Pakistan, des pêcheurs ont eu besoin de pas moins de 5 énormes grues pour pouvoir sortir ce requin baleine !!



**Le requin sagre
Etmopterus perryi
est le plus petit requin du monde**

Sous Embranchement des **Gnathostomes**

Super classe des **Poissons**

Classe des **Ostéichthyens**

Vertébrés

- **Agnathes**
- **Gnathostomes (Super classe)**
 - **Chondrichthyens**
 - **Osteichthyens (classe)**
 - **Amphibiens**
 - **Reptiles**
 - **Oiseaux**
 - **Mammifères**



Classe des Ostéichthyens

* Sous classe des Actinoptérygiens

- Infraclasse des brachioptérygiens

- Infraclasse des actinoptères

 - ✓ Super ordre des chondrostéens

 - ✓ Super ordre des holostéens

 - ✓ Super ordre des téléostéens

* Sous classe des Sarcoptérygiens

Sous classe des Actinoptérygiens

Infraclasse des **brachioptérygiens**



Polyptère

Infraclasse
Super ordre



Infraclasse des **actinoptères**
Super ordre des **Holostéens**



Amia calva

Infraclasse des **actinoptères**
Super ordre des **Téléostéens**



Perca

Autres Téléostéens avec formes habituelles



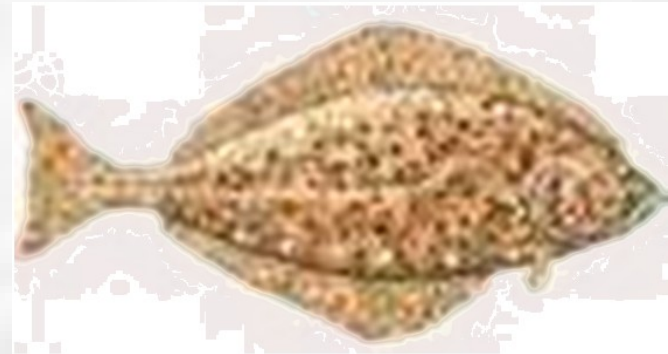
Hareng



Mulet ou muge



Sole



Flétan

Autres Téléostéens avec formes inhabituelles



Chauliodus sloani



Hypocampe

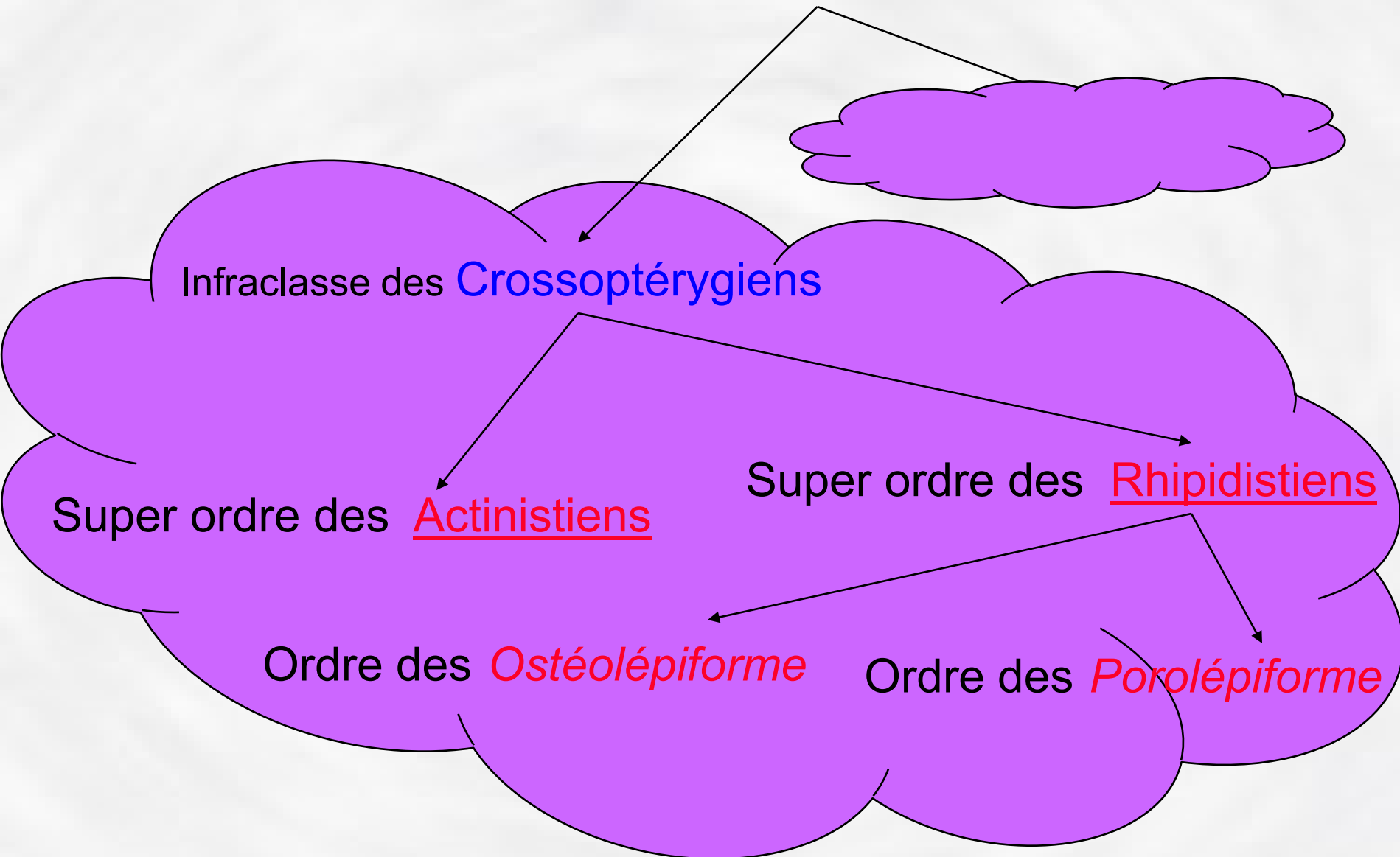


Dragon de mer



Eurypharynx

Sous classe des **Sarcoptérygiens**



Sous classe des **Sarcoptérygiens**
Infraclasse des **crossoptérygiens**
Super ordre des **Actinistiens**



Le **coelacanth** (*Latiméria chalumna*)

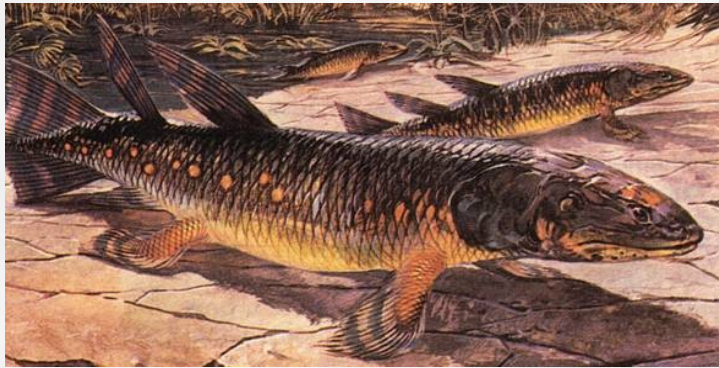
- *Poumon allongé rempli de gras*
- *Pseudochoanes*

Sous classe des **Sarcoptérygiens**

Infraclasse des **crossoptérygiens**

Super ordre des **Rhipidistiens**

Ordre des **Ostéolépiforme**



Eusténoptéron

Ordre des **Porolépiforme**



Holoptychius

- *Poumons fonctionnels*
- *Présence de choanes*

Sous classe des Sarcoptérygiens

Infraclasse des Dipneuste



Nageoires charnues

Sous classe des **Sarcoptérygiens**



Les dipneustes développent beaucoup de caractères évolutives qui les rapprochent des tétrapodes

- *Cœur cloisonné*
- *Existence de vrais choanes*
- *Membres comme ceux des tétrapodes...*

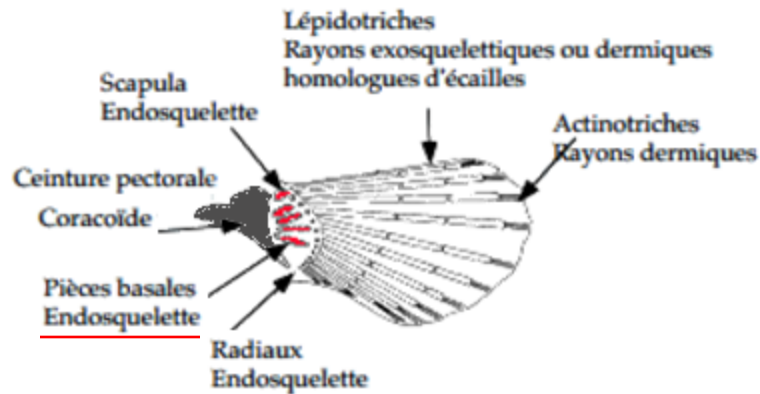
CLASSIFICATION DES POISSONS

Sup. Classe	Classe	Sous Classe	Infra Classe	Sup. Ordre	Ordre	Exemple
POISSONS	Chondrichthyens	<i>Elasmobranches</i> (=Sélaciens)		Protosélaciens		
				Eusélaciens	Pleurotrèmes	Requin
					Hypotrèmes	Raie
		<i>Bradyodontes</i>			Holocéphales	Chimère
	Ostéichthyens	<i>Actinoptérygiens</i>	Brachioptères (=Cladistia)			Polyptère
			Actinoptères	Chondrostéens		Spatule
				Holostéens		Amia
				Téléostéens		Sardine
		<i>Sarcoptérygiens</i>	Crossoptérygiens	Actinistiens		Coelacanthé
				Rhipidistiens	Ostéolépiformes	Eusténoptéron
					Porolépiformes	Holoptychius
			Dipneustes			Cératodus
						Protoptéris
						Lépidosirien

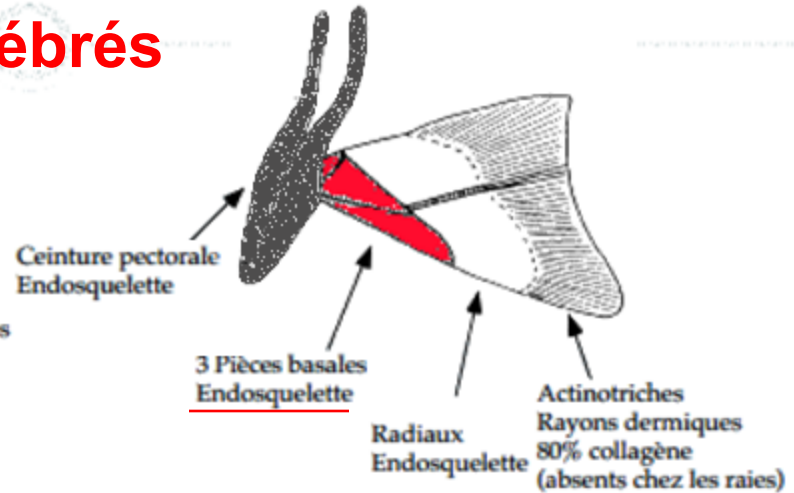
Tétrapodes

Structure des appendices chez les vertébrés

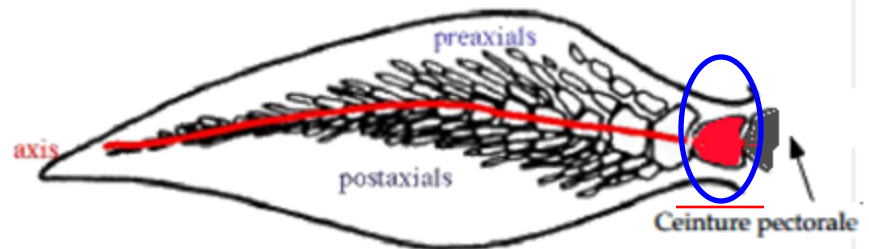
Membres ptérygiens des vertébrés



Nageoire d'actinoptérygiens

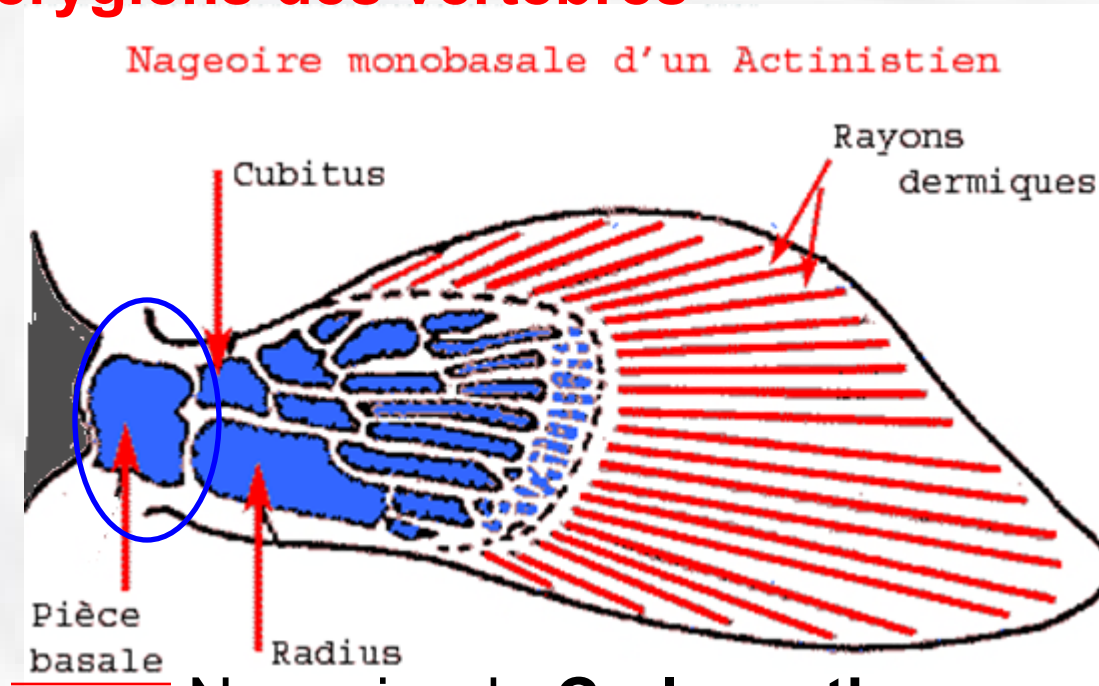


Nageoire tribasale d'un chondrichthyen



Nageoire monobasale d'un dipneuste

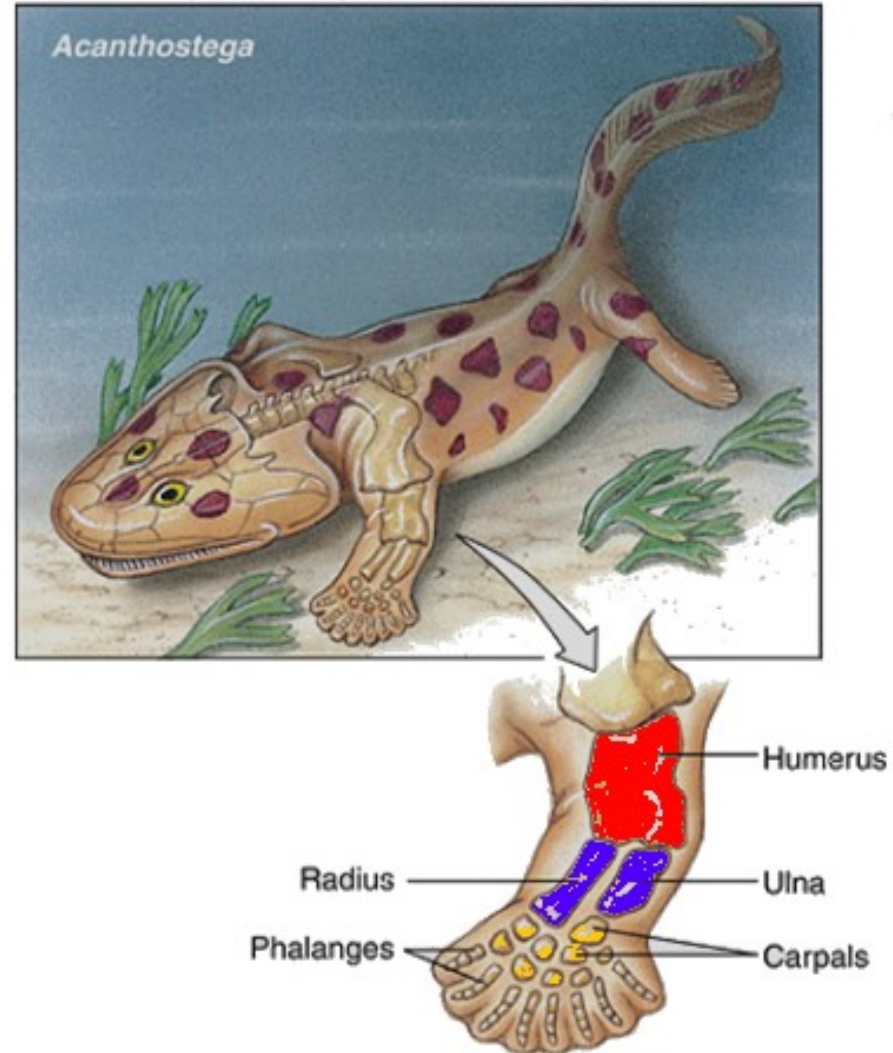
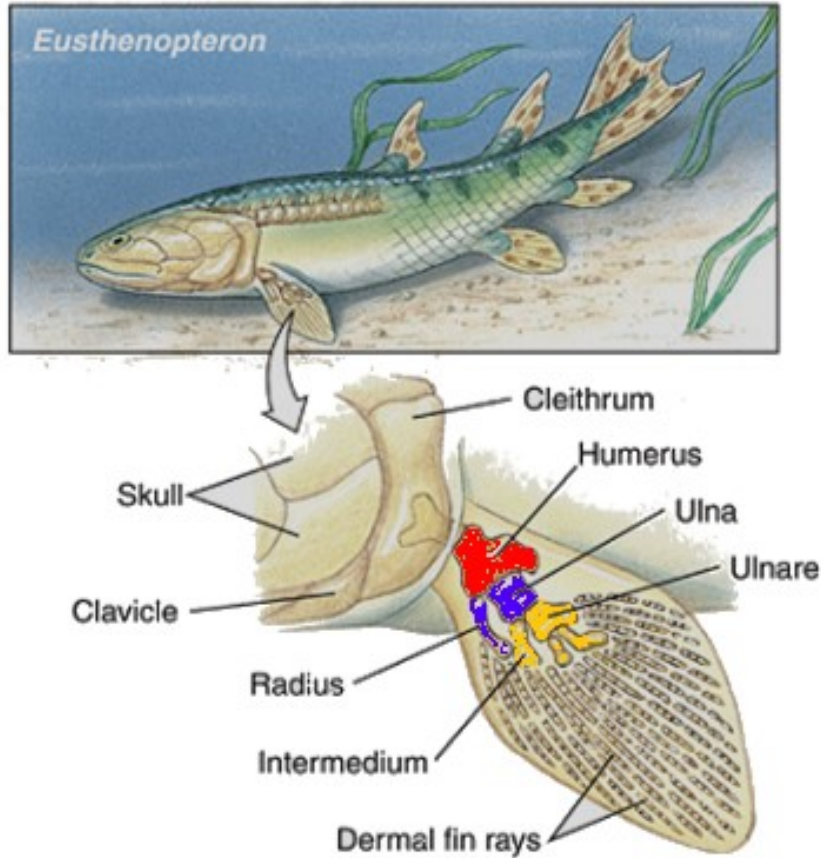
Membres ptérygiens des vertébrés



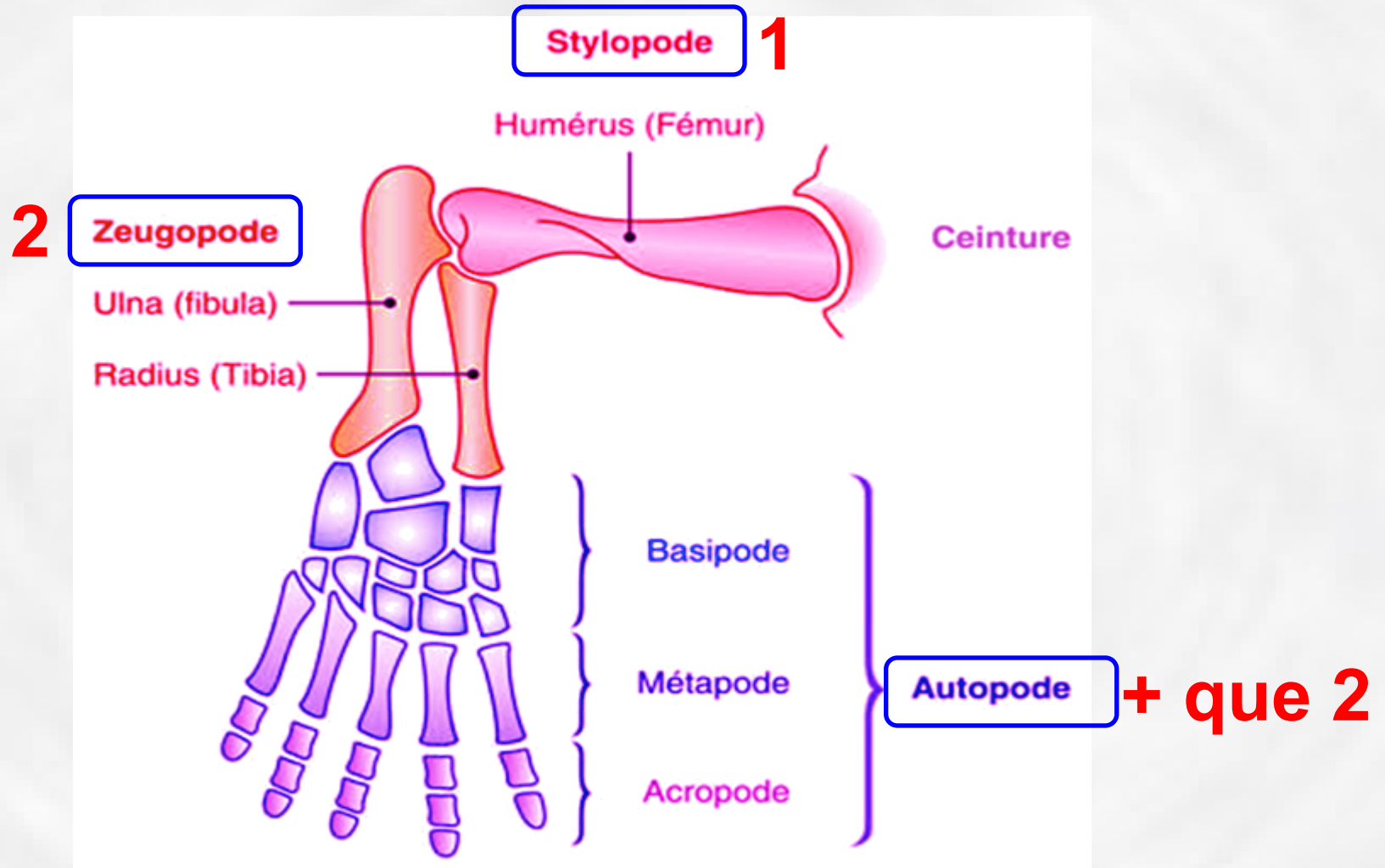
Nageoire du **Cœlacanthe**
(*Latimeria chalumnae*)

Membres chiridiens des vertébrés

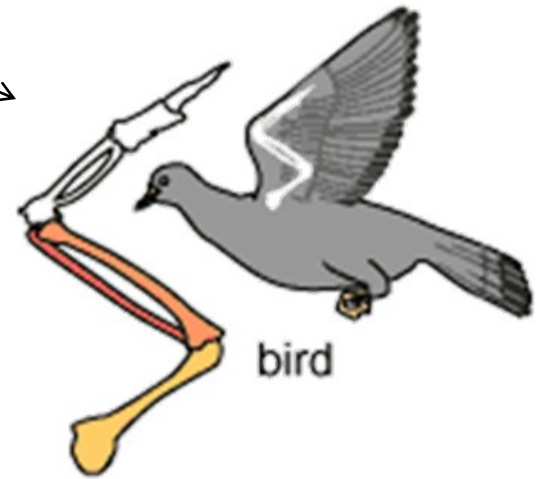
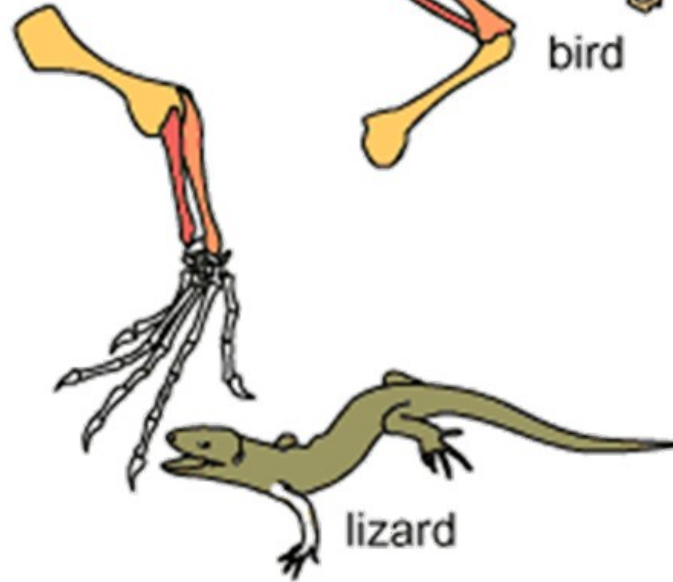
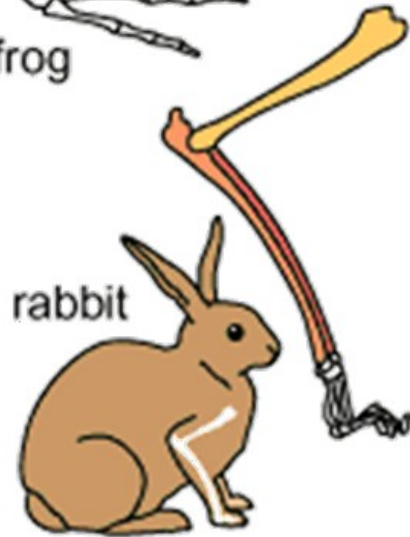
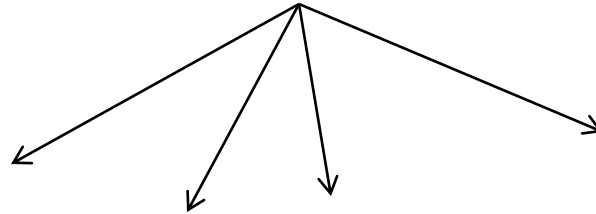
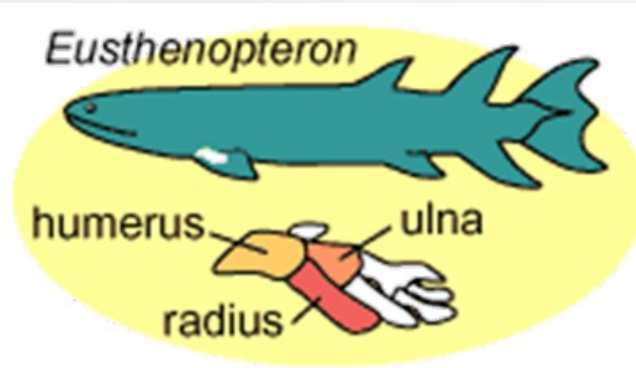
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Les membres des tétrapodes



Adaptations des membres des tétrapodes



Sous Embranchement des **Gnathostomes**

Classe des **Amphibiens**

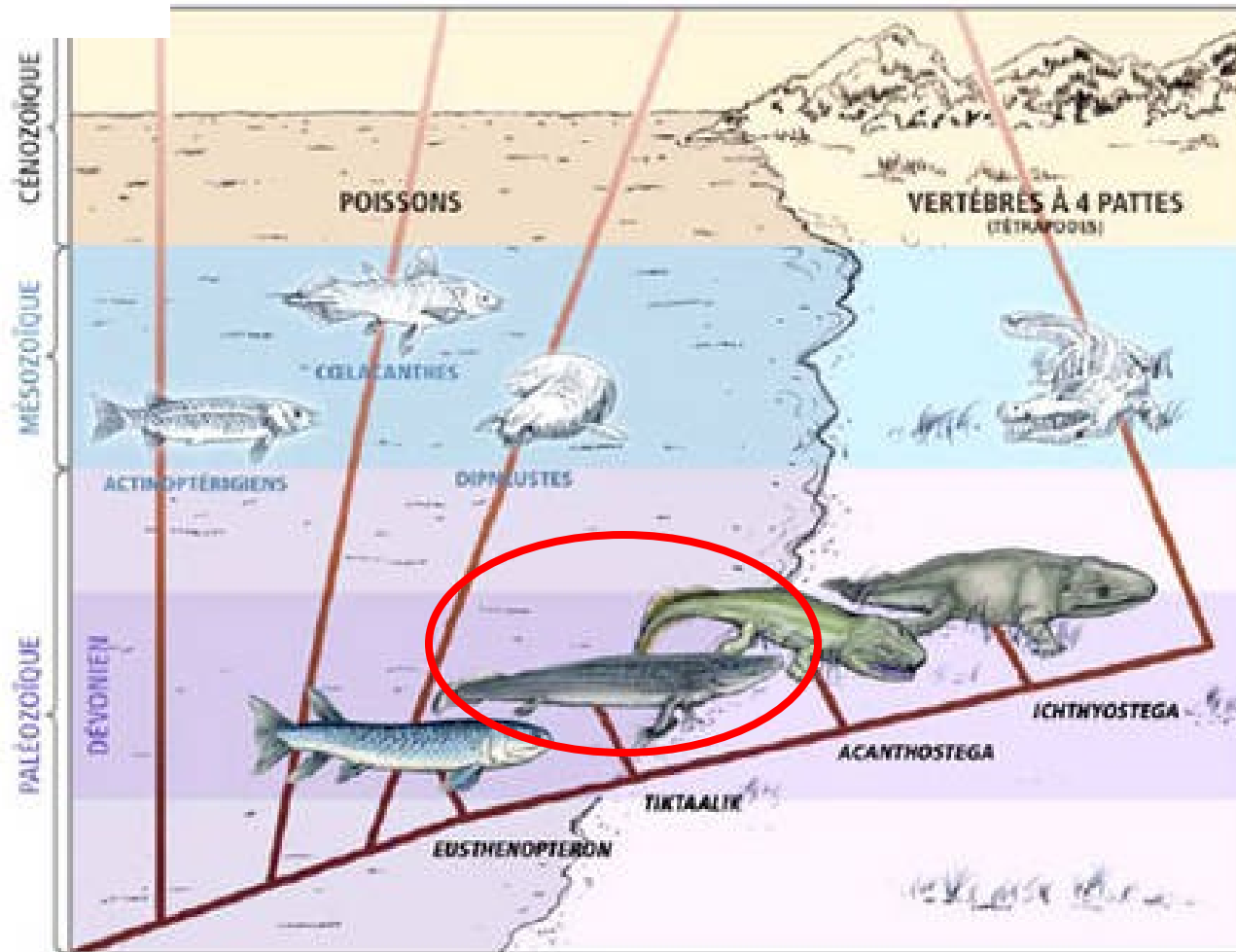
Vertébrés

- Agnathes
- **Gnathostomes (Super classe)**
 - Chondrichthyens
 - Osteichthyens
 - **Amphibiens (classe)**
 - Reptiles
 - Oiseaux
 - Mammifères





Tiktaalik roseae, un pas décisif vers la terre ferme

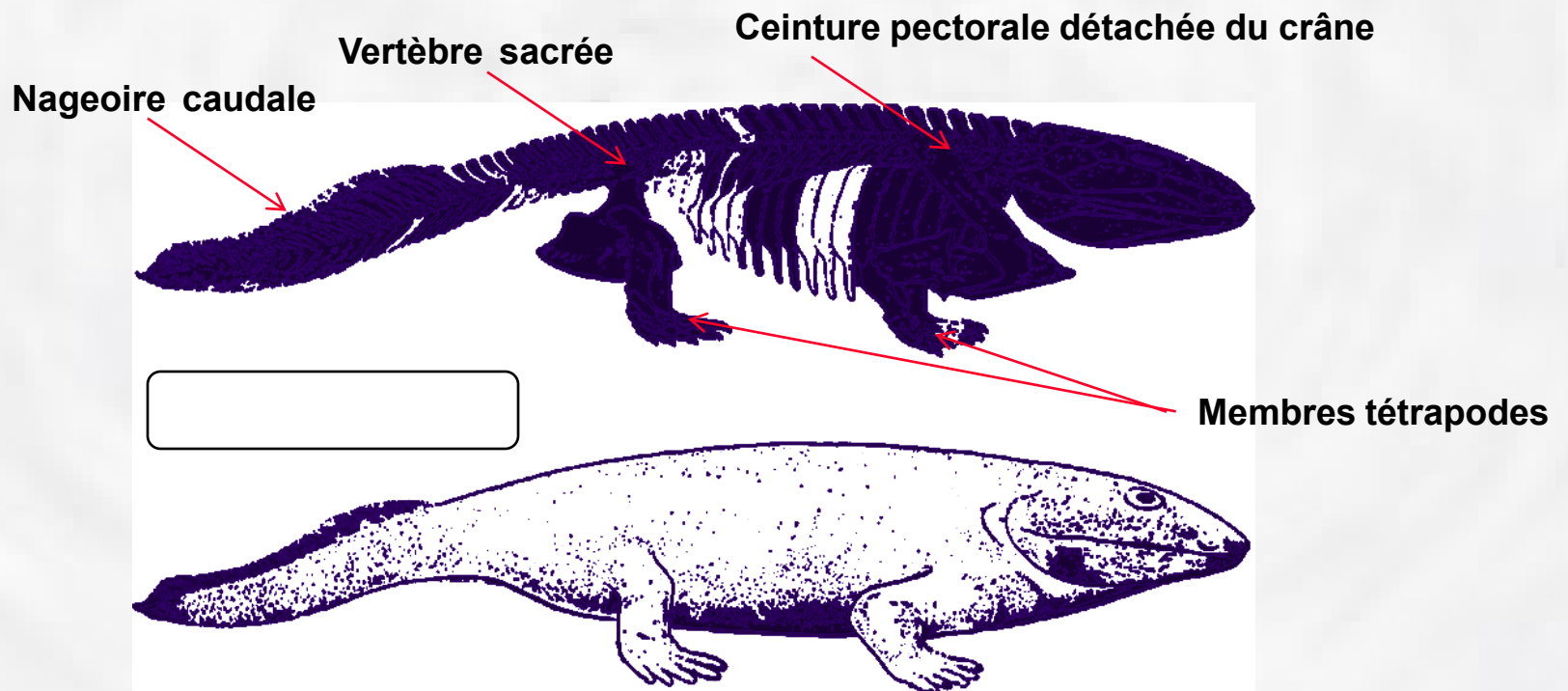


Transition vers les tétrapodes © Florence Marteau, MHNG

Sous Embranchement des **Gnathostomes**

Classe des **Amphibiens**

Sous classe des **Apsidospondyles** (Colonne vertébrale sous forme de voûte ossifiée)
Super ordre des **Labyrinthodontes** (dents plissées sous forme de labyrinthe)



Sous classe des **Apsidospondyles**

Super ordre des **Anoures** (sans queue)



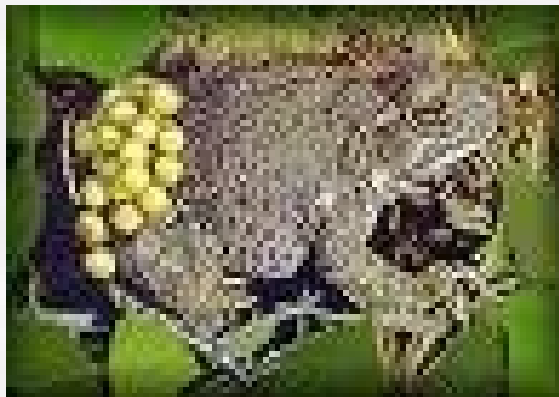
Bufo



Grenouille verte



Hyla



Alyte



Xenopus

Sous classe des **Urodelomorphes**

Super ordre des **Urodèles** (Cloison nasale large)



Cryptobranchidae



Salamandre



Axolotl



Siren



Proteus



Triton

Sous classe des Urodélomorphes
Super ordre des Gymnophiones
ou Apodes (sans pattes)



Ichthyophis

Les annexes embryonnaires

- Sac vitellin ou Vésicule vitelline
- Amnios
- Allantoïde
- Placenta

1/ Vésicule vitelline :

Vésicule vitelline ou Sac vitellin	Anamniotes	Cyclostomes	
		Poissons	
		Amphibiens	
	Amniotes	Sauropsidés	Reptiles
			Oiseaux
		Mammifères	

Vésicule vitelline – Réserve nutritive de l'embryon

2/ Amnios et Allantoïde :

Existe seulement chez les Amniotes

Amnios - pour assurer un milieu aqueux à l'embryon
(+ un rôle de soutien et de protection)

Allantoïde - assure plusieurs rôles dont :

- Accumulation des déchets (= rein embryonnaire)
- Mouvement hydrique
- Mouvement phosphocalcique (Solubilisation de la coquille)
- Respiration

Chez les **Placentaires**, Le sac vitellin régresse puis disparaît.
Le Placenta apparaît pour assurer la viviparité l'amnios et l'allantoïde existent toujours

1^{er} Amphibiens

Labyrinthodontes

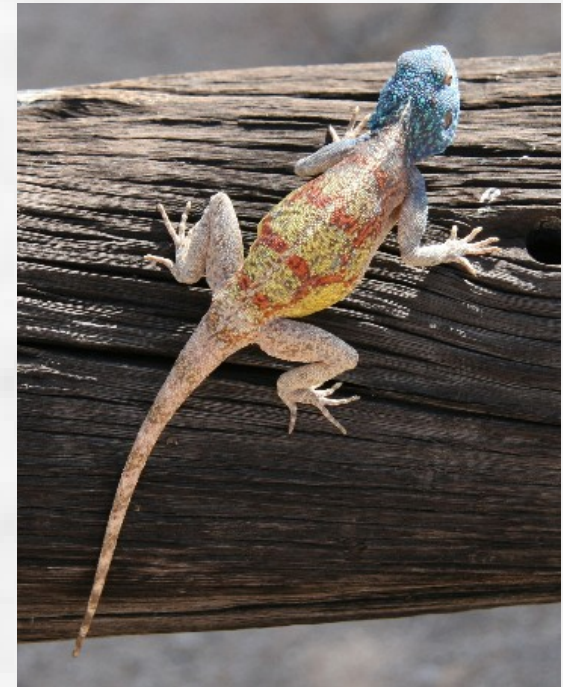
<i>Seymouriamorphes</i> Ex : <i>Seymouria</i>	<i>Cotylosauriens</i> Ex : <i>Captorhinus</i>
Nageoires (dorsales et caudale)	Pas de nageoires
Membres antérieures avec 4 doigts	Membres antérieures avec 5 doigts
Deux condyles occipitaux	Un seul condyle occipital
Cou avec Atlas seulement	Cou avec Atlas et Axis
Présence de vésicule vitelline Pas d'allantoïde Pas d'amnios	Présence de vésicule vitelline Présence d'allantoïde Présence d'amnios
↓	↓
AMPHIBIEN	REPTILE

Sous Embranchement des Gnathostomes

Classe des Reptiles

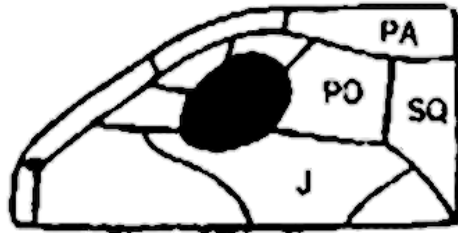
Vertébrés

- Agnathes
- **Gnathostomes (Super classe)**
 - Chondrichthyens
 - Osteichthyens
 - Amphibiens
 - **Reptiles (classe)**
 - Oiseaux
 - Mammifères

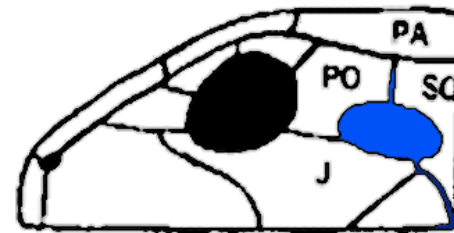


Les 5 Sous classes de la Classe des Reptiles

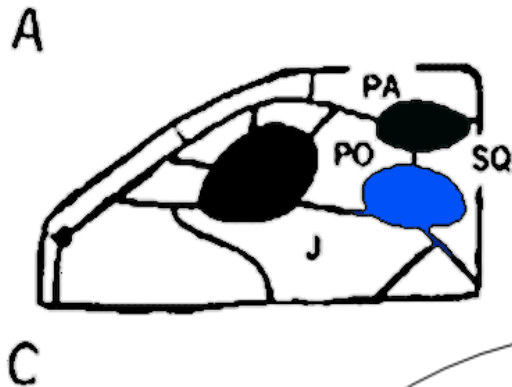
Anapside



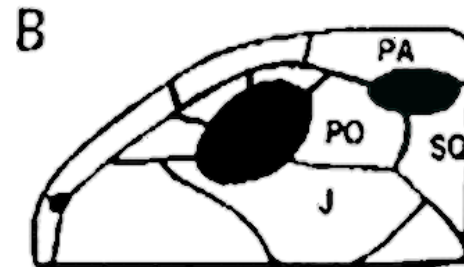
Synapside



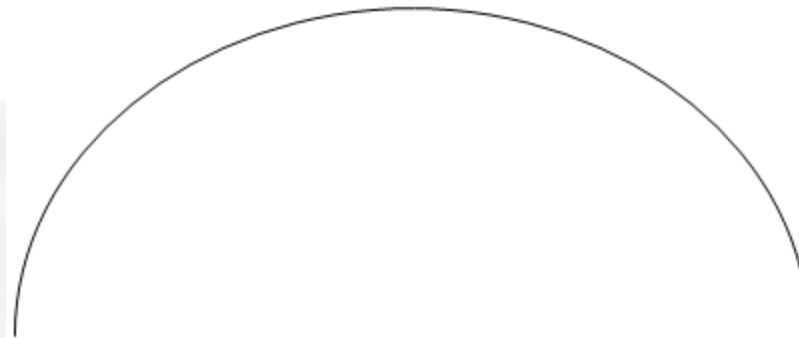
Diapsid



Euryapside



Parapside



Sous classe des **Anapsides** (sans fente temporale)
Super ordre des **Chéloniens**



Pleurodire



Cryptodire

Sous classe des **Diapsides** (deux fentes temporales)
Super ordre des **Archosauriens**

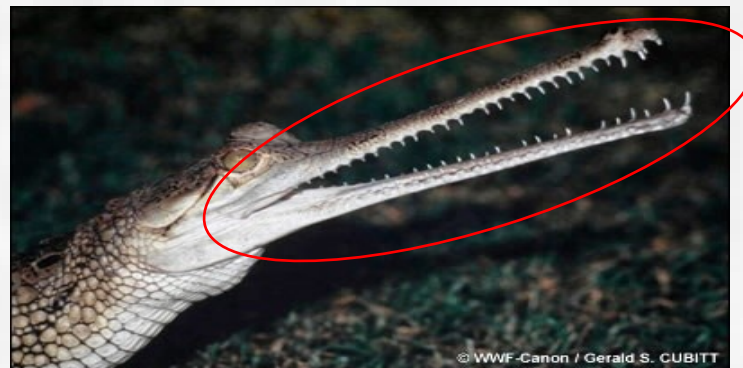
(reptiles archaïques)



Crocodiles



Alligator



Gavial

Sous classe des Diapsides

Super ordre des Lépidosauriens

(à écailles épidermiques)

Ordre des Rhynchocéphales



Ordre des Ptérosauriens



Sous classe des Diapsides / Super ordre des Lépidosauriens / Ordre des Squamates

Sous ordre des Lacerticiens ou sauriens



Gekko



Iguane



Tarentola

Sous ordre
Des Ophidiens ou Serpents



Sous ordre
Des Amphisbèniens



Sous classe des Synapsides



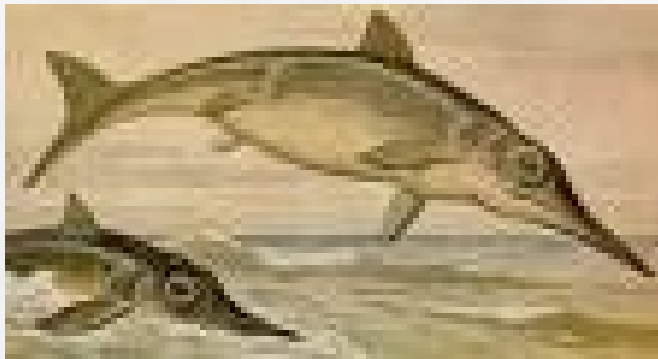
Pélycosaure

Sous classe des Euryapsides



Pléiosaure

Sous classe des Parapsides

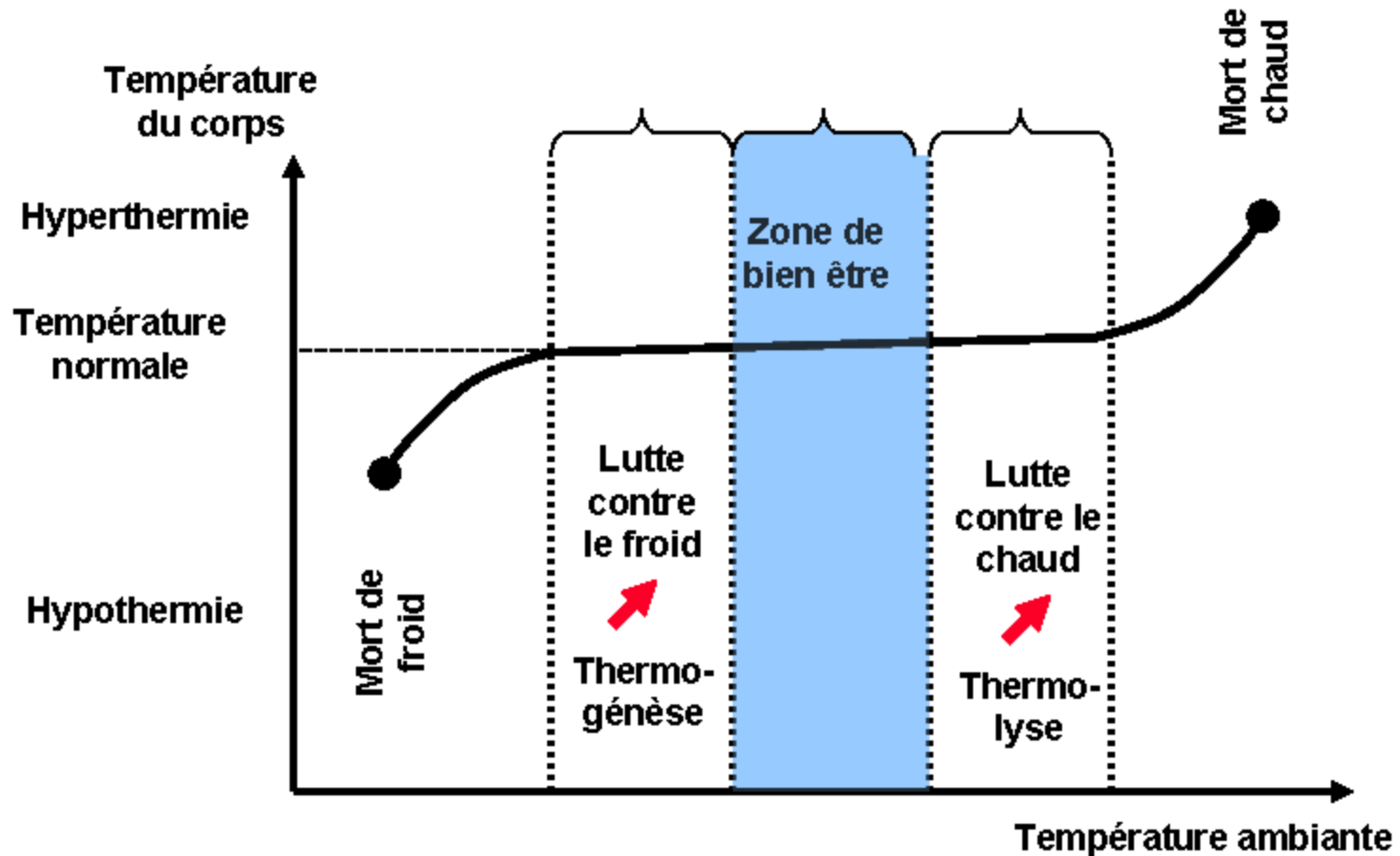


Ichthyosaure

CLASSIFICATION DES REPTILES

Cous classe	Super ordre	ordre	Sous ordre	Famille
Anapsides		Cotylosauriens		
		Chéloniens	Pleurodires Cryptodires	
Diapsides	Archosauriens	Dinosauriens		
		Crocodyliens		Crocodylids Alligatorids Cavialids
		Eosuchiens		
	Lépidosauriens	Rhynchocéphales (Sphénodon ou Hattéria)		
		Ptérosauriens (Ptéranodon)		
		Squamates	Lacertidés ou Sauriens	Geldoniidés Iguanidés Lacertidés
			Ophidiens (Serpents)	
			Amphisbénien	
Synapsides		Pélicosauriens (Dimetrodon)		
Euryapsides		Pleiosauriens		
Parapsides		Ichtyosaures		

Evolution de la température interne chez les homéothermes



Sous Embranchement des **Gnathostomes**

Classe des **Oiseaux**

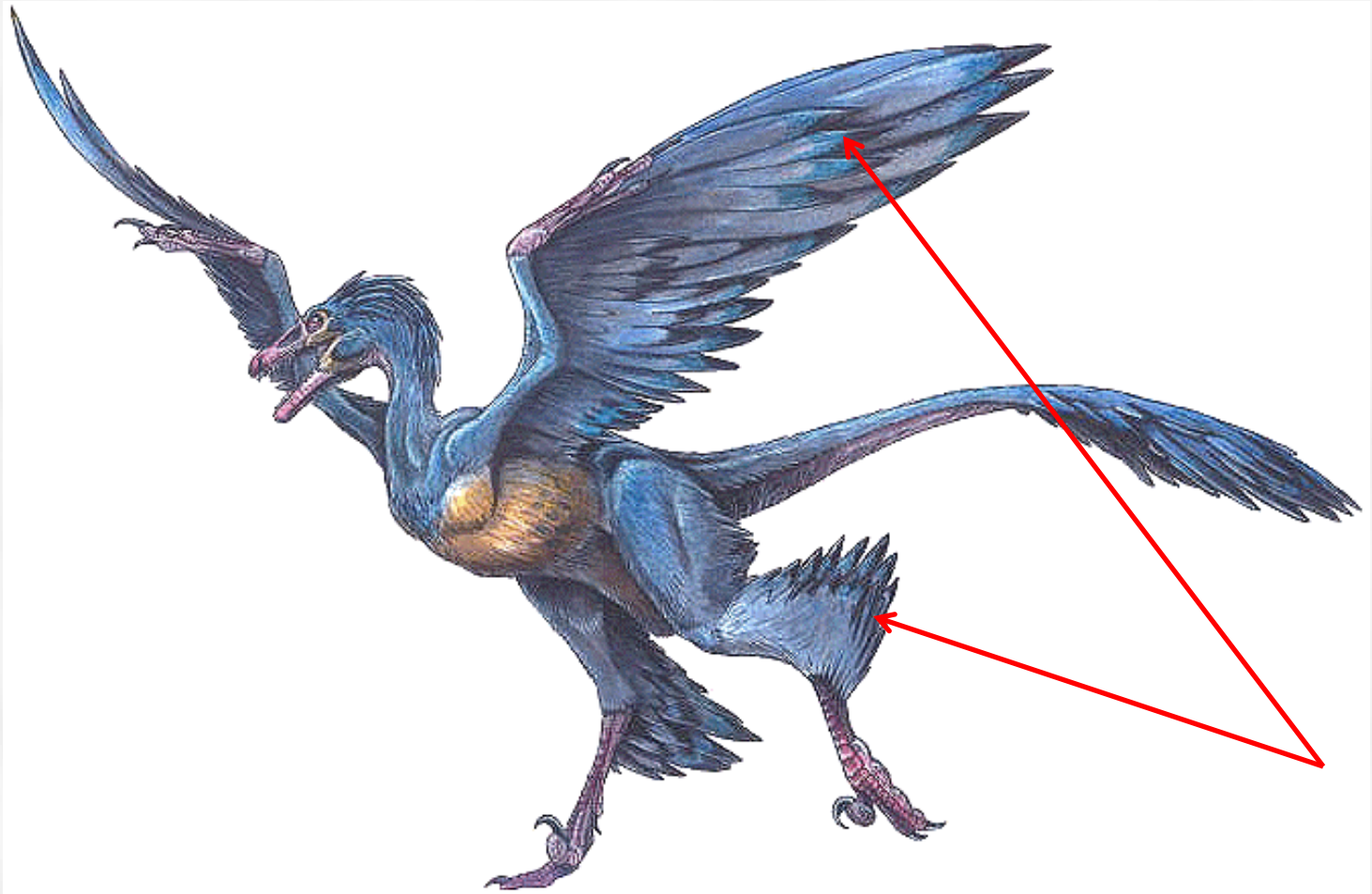
Vertébrés

- **Agnathes**
- **Gnathostomes (Super classe)**
 - **Chondrichthyens**
 - **Osteichthyens**
 - **Amphibiens**
 - **Reptiles**
 - **Oiseaux (classe)**
 - **Mammifères**



Sous classe des Archéornithes

Microraptor gui (Xu, Zhou & Wang, 2000)



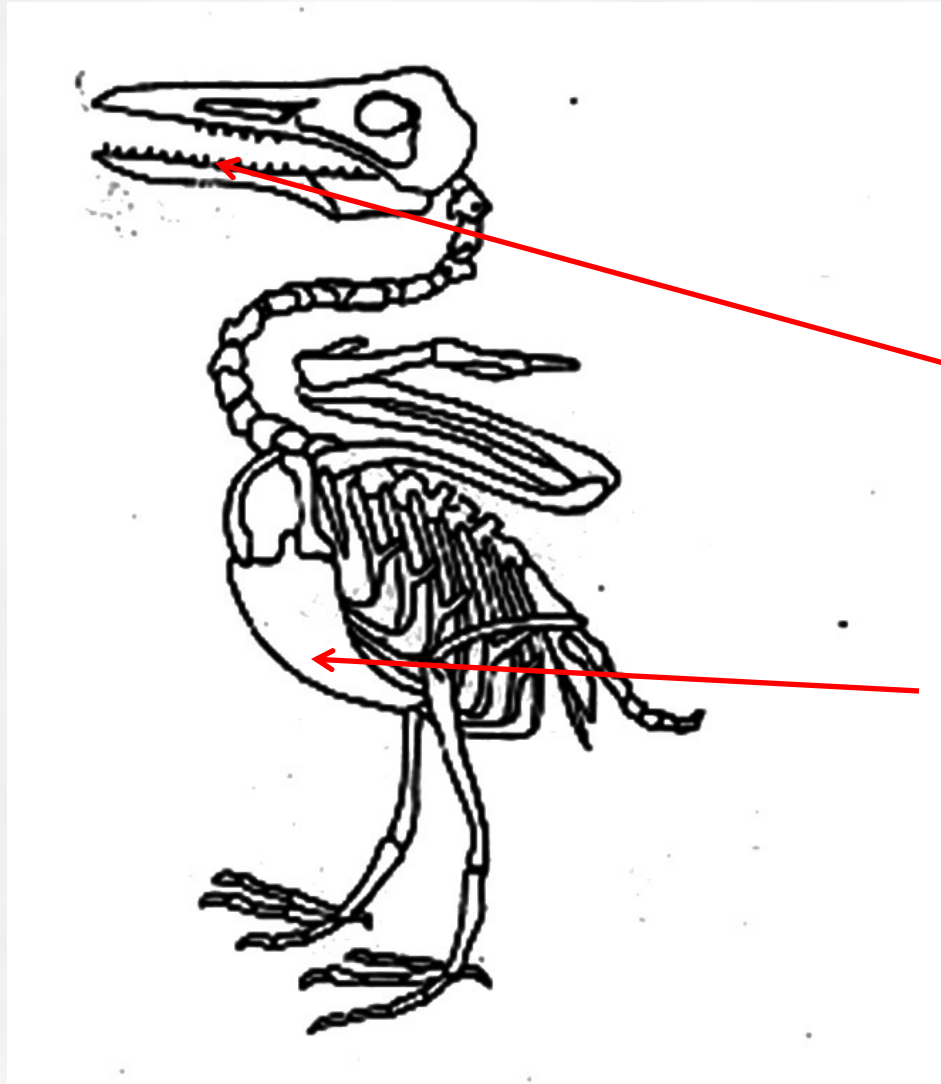
Sous classe des Archéornithes

Archéopteryx



Sous classe des Néornithes

Les odontognathes
Ou
Odontornithes



Présence de dents

+

Présence de bréchet...

od



Kiwi



Autruche

Super ordre des **ratites**

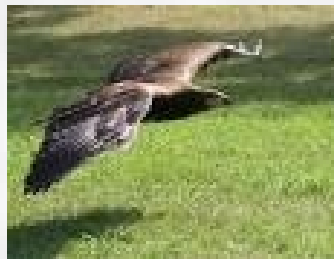


Manchot

Super ordre des **Impennes**



Coq



Aigle



Cygne



Flaman

Super ordre des **carinates**

S.O. Ratites :

- Non voiliers
- Sternum sans bréchet
- Pattes robustes

S.O. Impennes

- Adaptés à la vie marine
- Membres adaptés à la vie aquatique

S.O. Carinates (*les plus répondus*)

- Adaptés à différents milieux
- Sternum avec bréchet plus ou moins développé

CLASSIFICATION DES OISEAUX

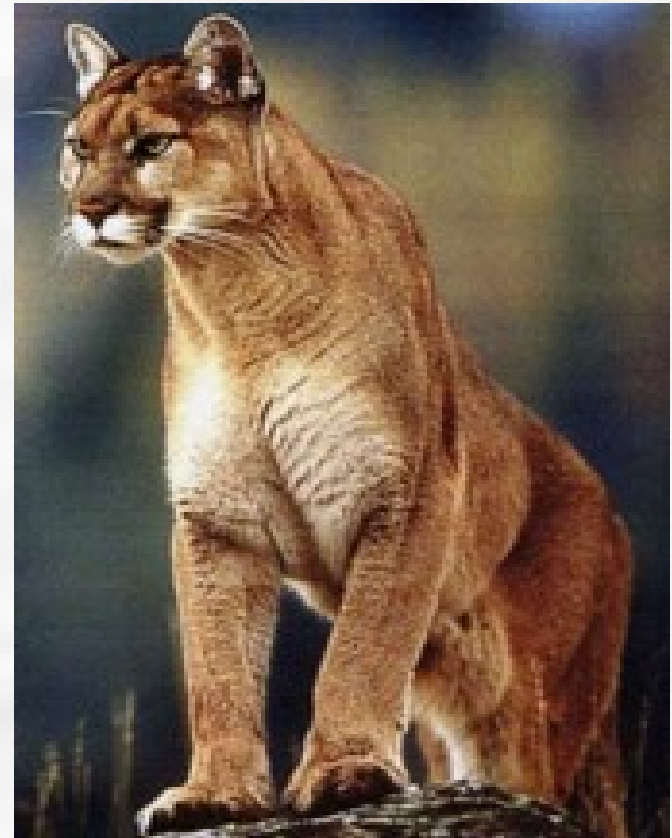
Sous classe	Super ordre (actuels)	ordre	Sous ordre	Famille
Archéornithes				1 ^{er} Oiseau = Archéoptéryx Microraptor
Néornithes	Ratites	Aptérygiformes		Kiwi
				Autruche
				Emeu
	Impennes			(Une seule) Manchot
	Carinates			Coq

Sous Embranchement des Gnathostomes

Classe des Mammifères

Vertébrés

- Agnathes
- **Gnathostomes (Super classe)**
 - Chondrichthyens
 - Osteichthyens
 - Amphibiens
 - Reptiles
 - Oiseaux
 - **Mammifères (classe)**



Embranchement des **Gnathostomes**
Classe des **Mammifères**
Sous classe des **Non Thériens**



Ornithorynque



Echidné

Sous Embranchement des **Gnathostomes**
Classe des **Mammifères**
Sous classe des **Thériens**

Infra classe des
Métathériens
Ordre des **Marsupiaux**



Infra classe des
Euthériens
Ou Placentaires





Anatomie comparée

Partie I

Pr. H. Messaouri

- 1. Peau ou tégument**
- 2. Appareil circulatoire**
- 3. Appareil respiratoire**
- 4. Squelette**

1

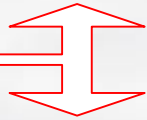
Peau ou tégument

La peau (ou **tégument**) constitue le **revêtement** extérieur **ininterrompue** isolant l'organisme du **milieu ambiant**.

La peau peut avoir **différents rôles** :

- thermo-régulateur,
- sécréteur,
- sensoriel,
- protecteur,
- Respiratoire, etc.

Epiderme

Peau 

Derme [partie profonde
= Hypoderme]

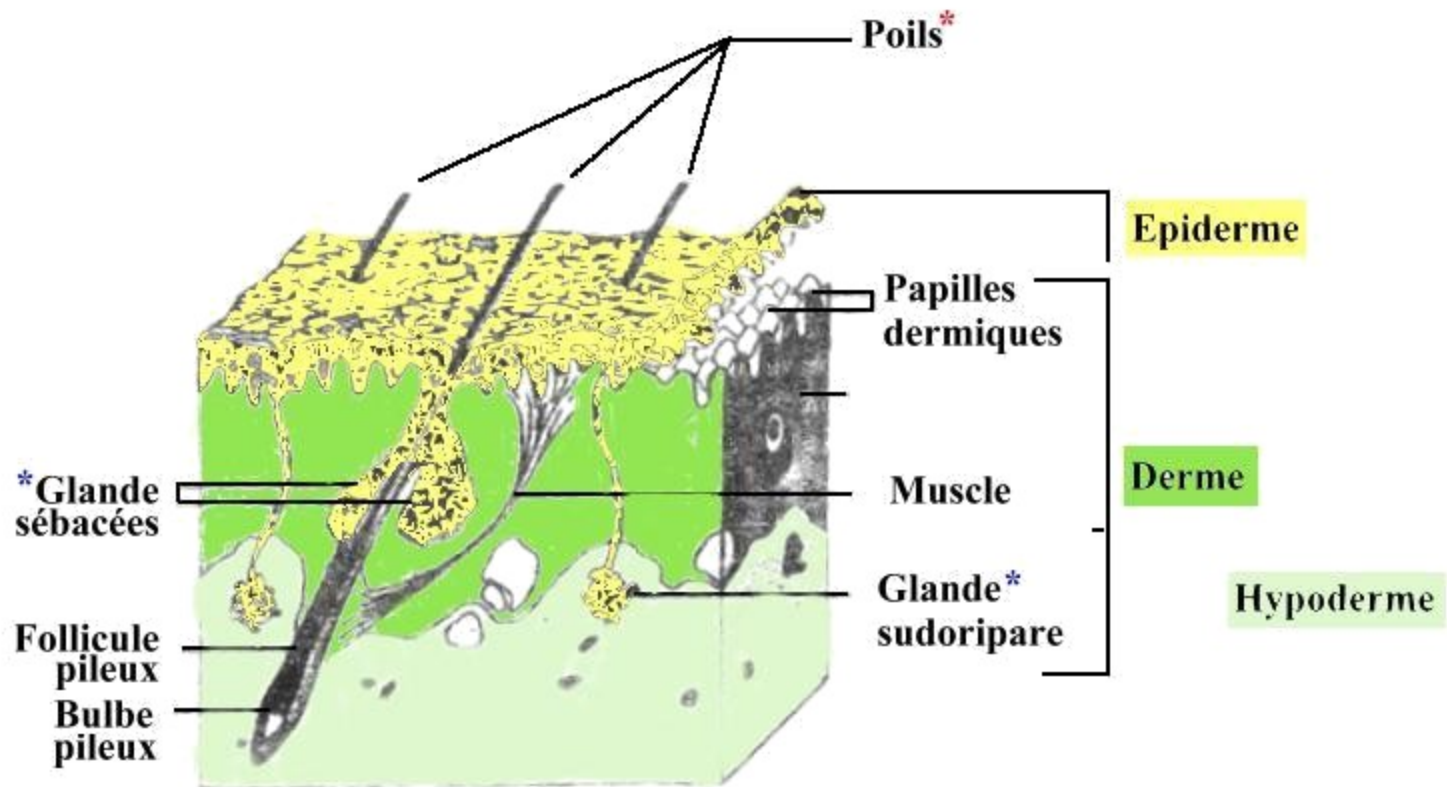
Productions de la peau

phanères

formations en relief
toujours kératinisées

glandes

formations creuses



Coupe de peau de mammifère

* Glandes
* Phanères

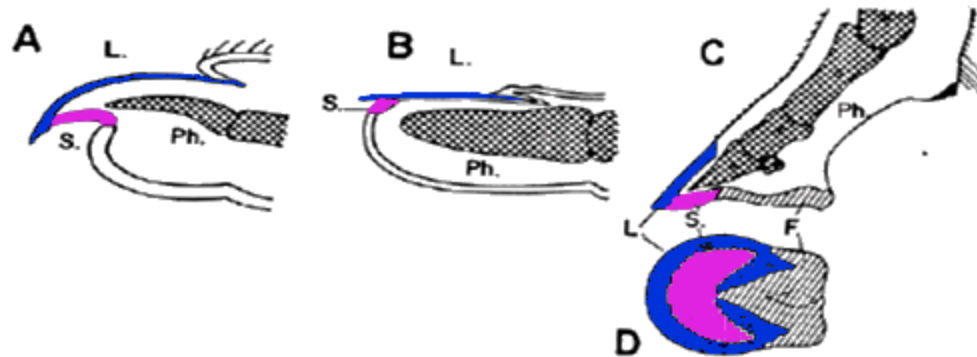
LES PHANERES

Les phanères sont des productions essentiellement épidermiques.

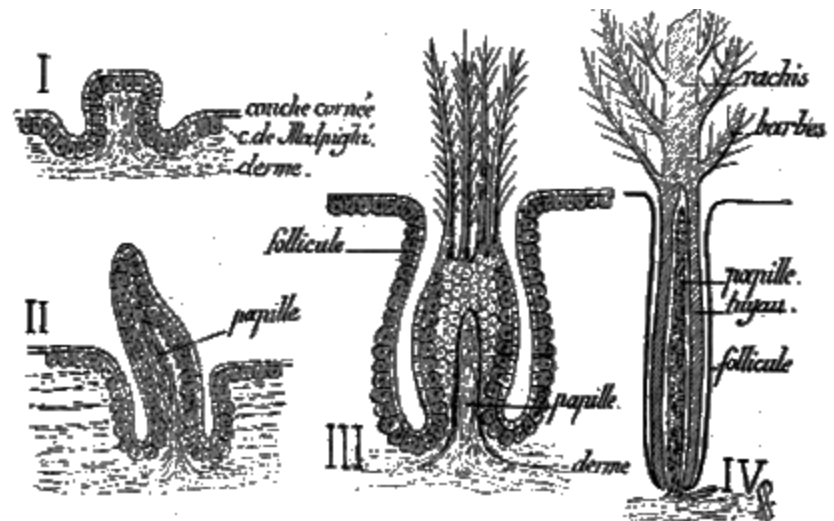
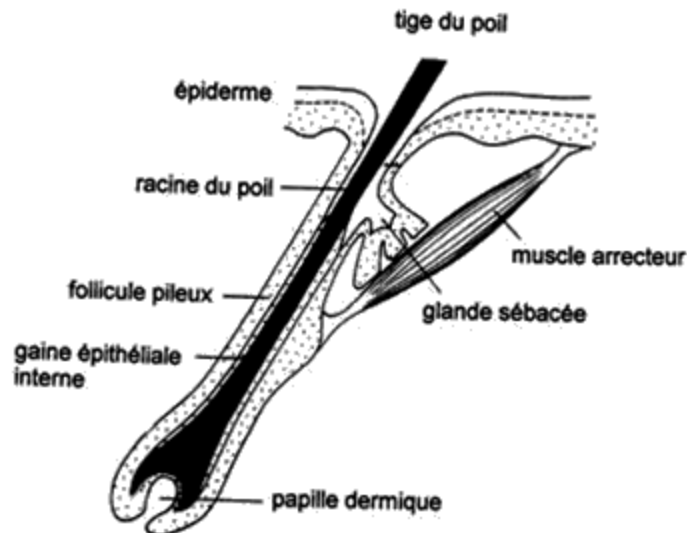
Ils se développent à la surface externe de l'épiderme et ils sont fortement kératinisés :

- les écailles cornées du tatou*
- le bec corné des oiseaux*
- les cornes du rhinocéros ou du bouquetin*
- les griffes, les ongles et les sabots*
- les poils et les plumes*

Exemples de phanères



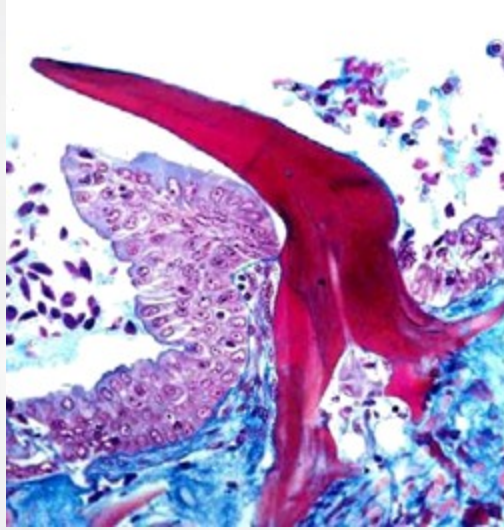
. Griffes, ongles et sabots de Mammifères: A: Griffe de chien; B: Ongle humain C-
D: Sabot de cheval. (d'après Beaumont & Cassier 2000)
F: Fourchette, L.: Lame, Ph.: Phalange(s), S.: Sole



Développement des plumes. - I et II, les deux premières phases.
- III, un duvet. - IV, plume véritable.

Les écailles

Écaille placoïde



Écailles élasmoïdes



cténoïde



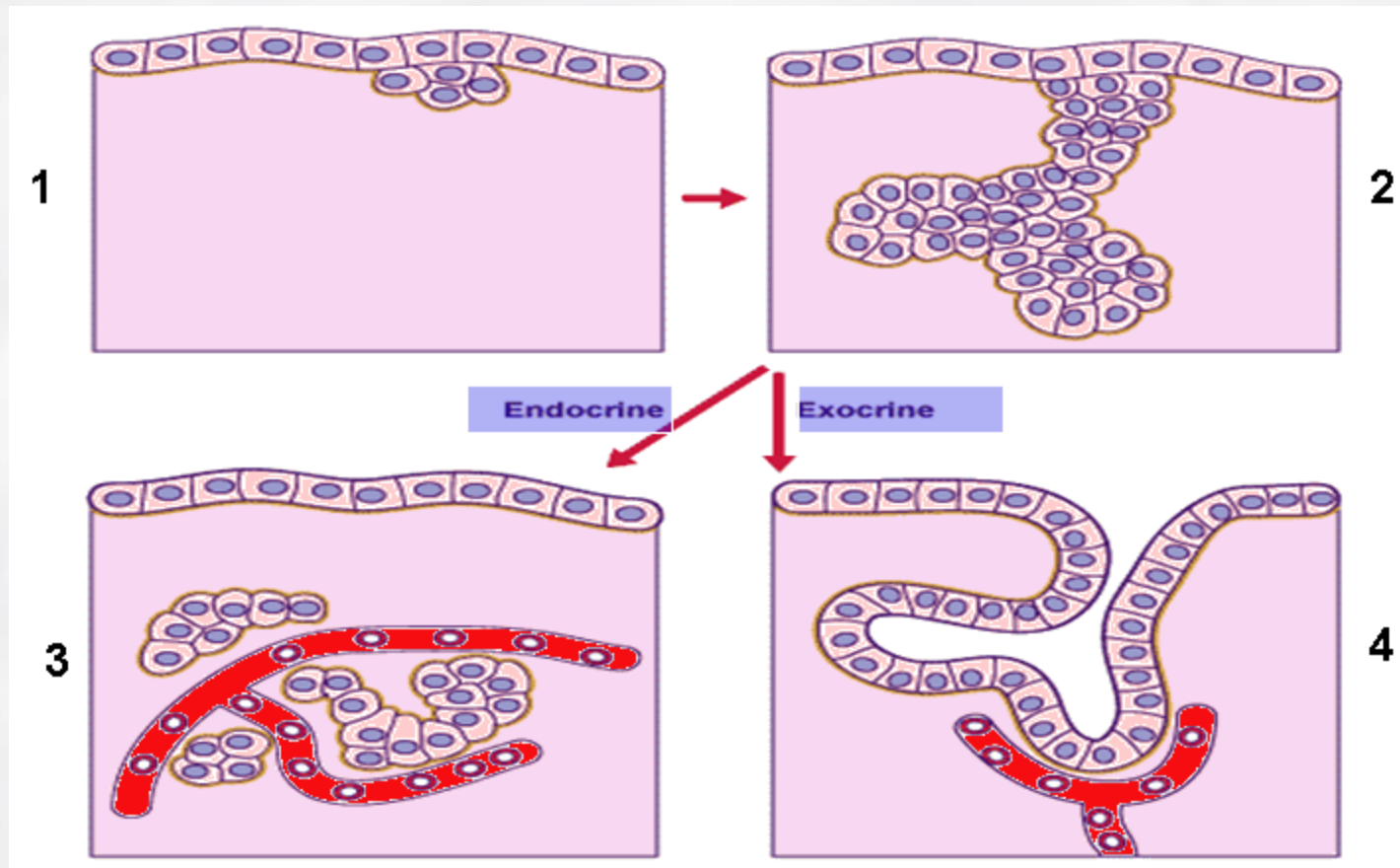
cycloïde

Écaille élasmoïde



Écailles cornées

Le développement embryonnaire des glandes

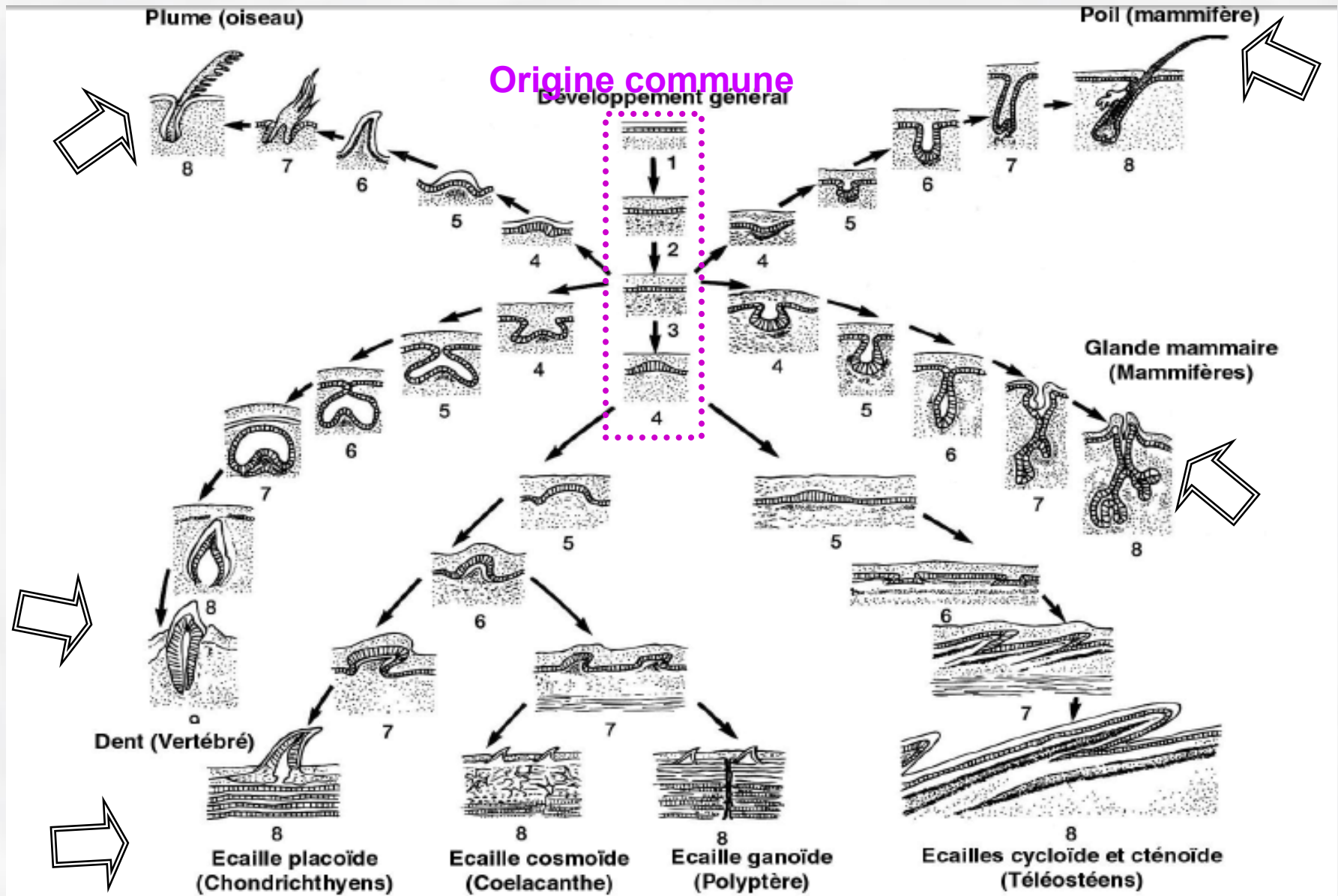


1. bourgeonnement de l'épithélium de revêtement
2. prolifération et invagination dans le mésenchyme
3. différenciation en glande endocrine
4. différenciation en glande exocrine

LES GLANDES

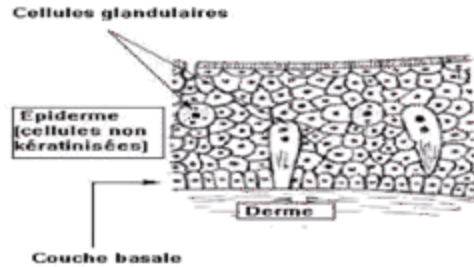
- *Il y'a deux principaux types de glandes :*
 - *Glandes exocrines* : déversent leur produit de *sécrétion* dans le milieu *extérieur*.
 - *Glandes endocrines* : le produit de *sécrétion* (hormone) passe *dans la circulation sanguine*.
- (*Glandes amphicrines* sont des glandes *mixtes* :
- *endocrine et exocrine*)

Développement général des glandes et des phanères



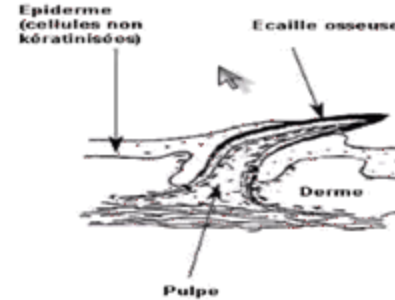
Evolution du tégument des vertébrés

Agnathe



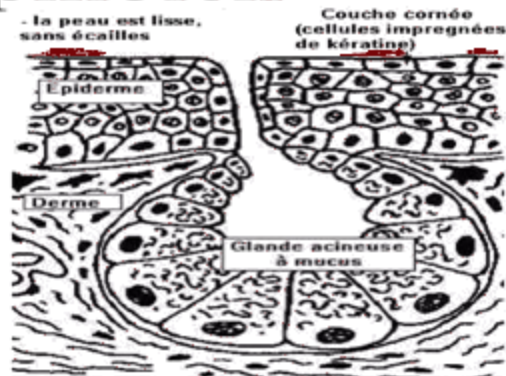
- la peau est lisse, sans écailles

Requin

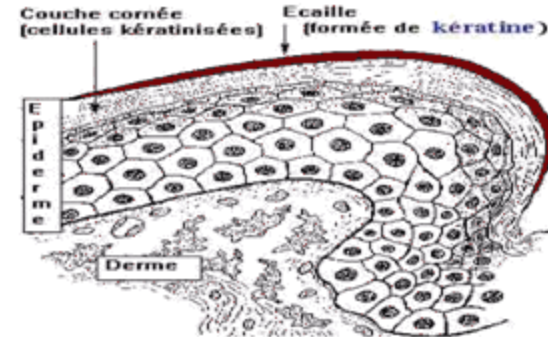


Amphibien

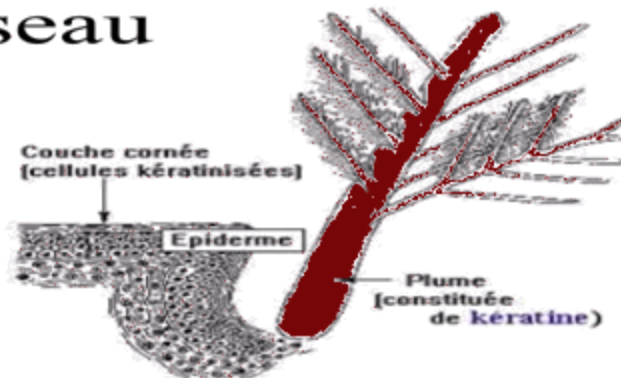
- la peau est lisse, sans écailles



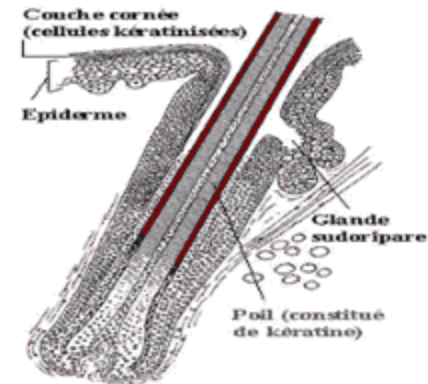
Reptile



Oiseau



Mammifère





2

Appareil circulatoire

L'appareil circulatoire.

Généralités

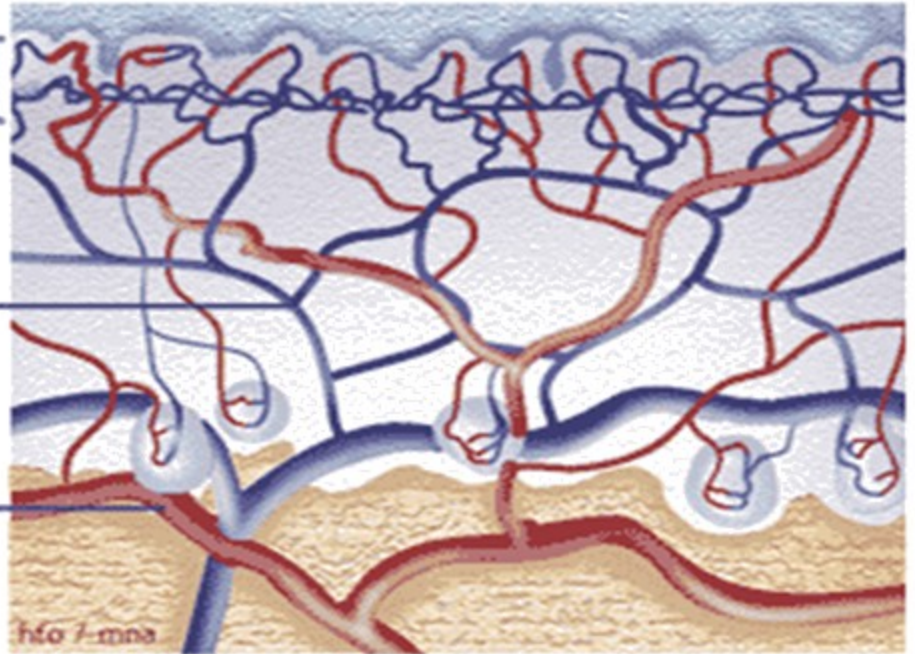
- L'appareil circulatoire est formé à partir du **mésoderme**. A l'état embryonnaire, cet un appareil d'abord **lacunaire qui se ferme** pour former des vaisseaux et le cœur.
 - Il y a trois type de **vaisseaux**
 - Les **artères**
 - Les **veines**
 - Les **capillaires**

la circulation capillaire

capillaires {

veinules

artérioles



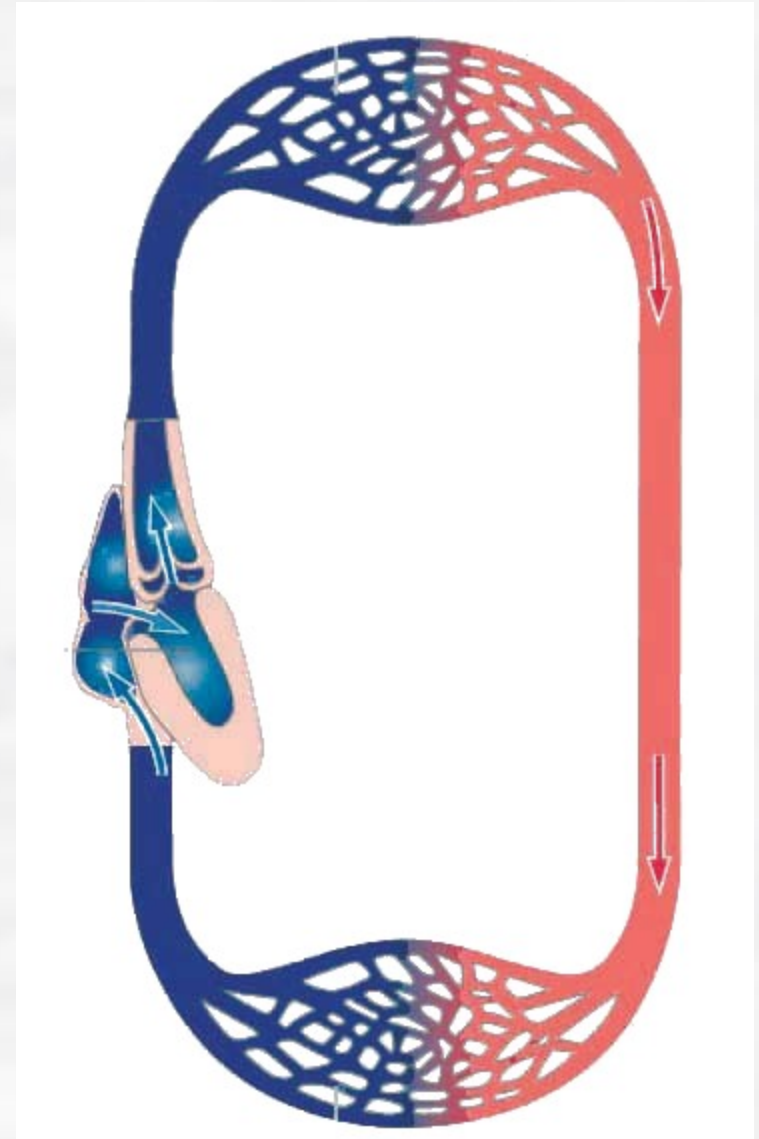
Les **capillaires** sont les vaisseaux les plus **fins**.
Ils assurent **l'échange** avec les autres tissus.

Pour des **vaisseaux de même diamètre**, la paroi des **artères**
est plus **épaisse** que celle des veines.



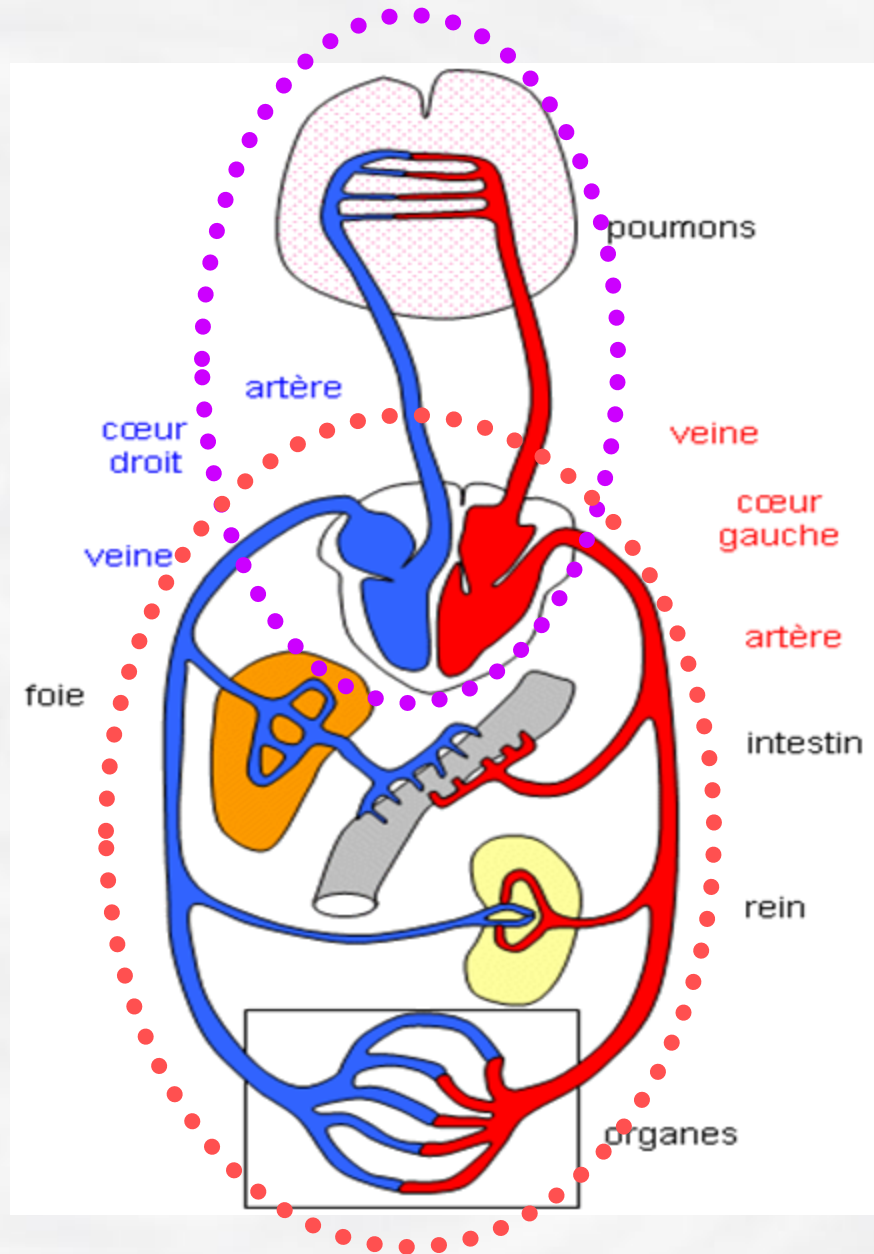
La circulation chez les poissons

- Circulation
simple
- Cœur n'est
traversé que
par du sang
veineux



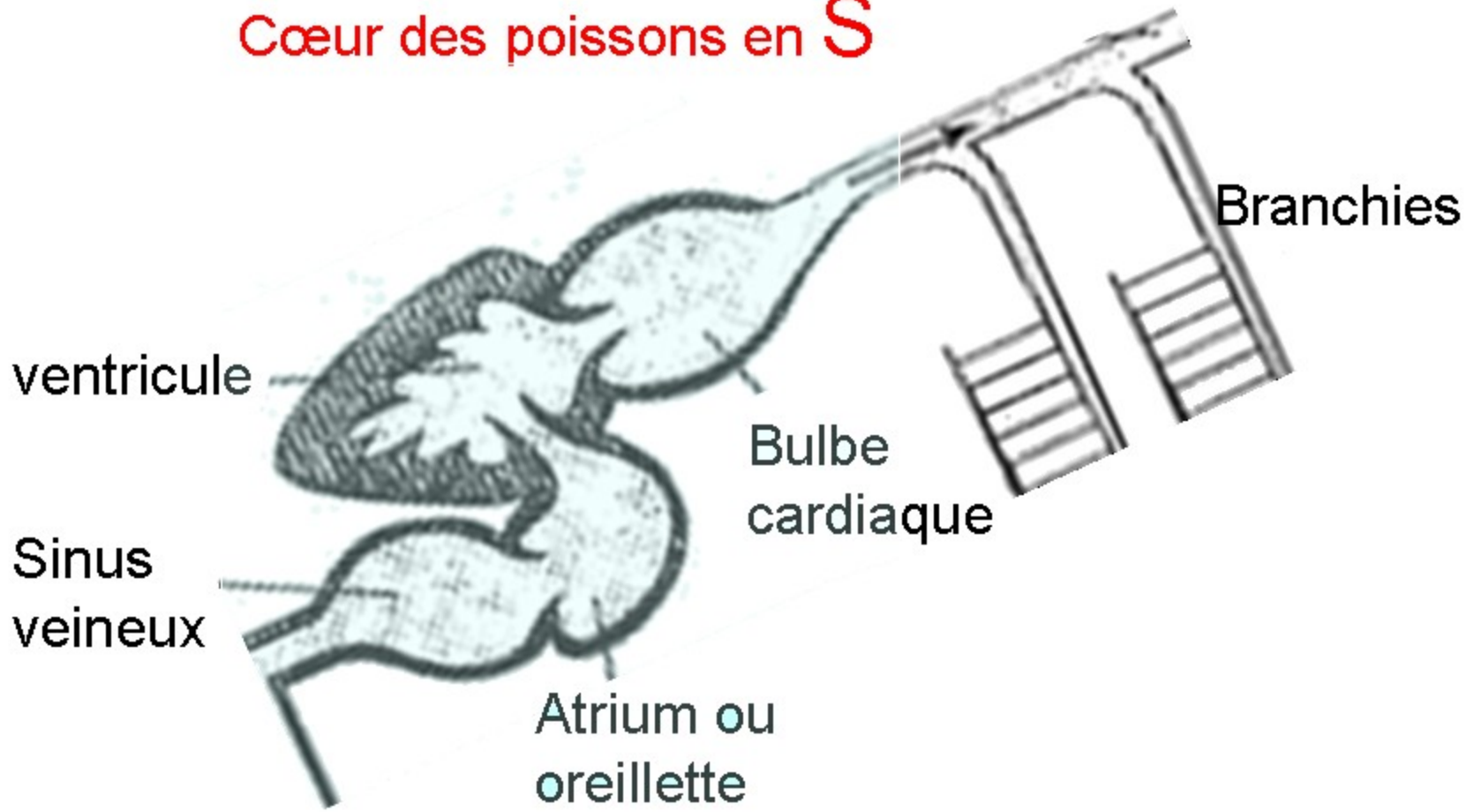
Circulation chez les tétrapodes

- Circulation **double** (la **petite** et la **grande** circulation)
- Cœur **traversé à la fois** par du **sang veineux** et du **sang oxygéné**



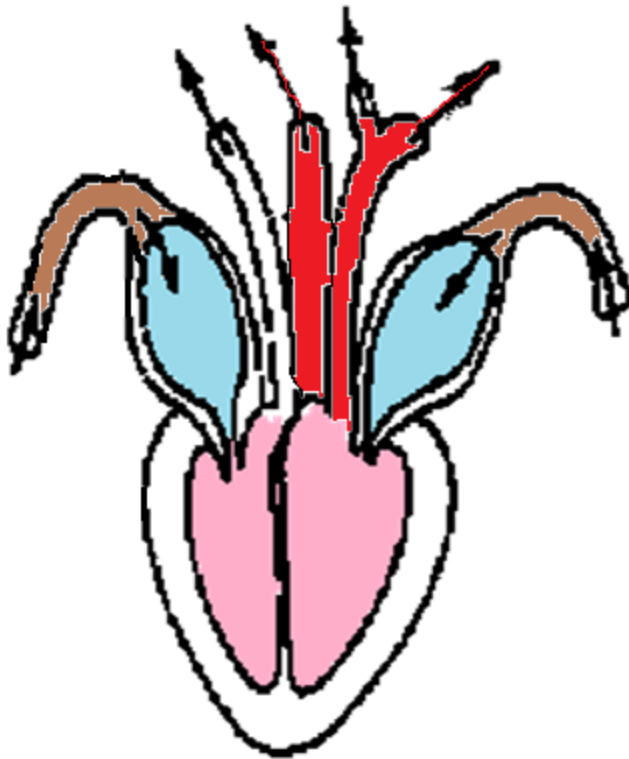
Evolution du cœur des vertébrés

Cœur des poissons en S



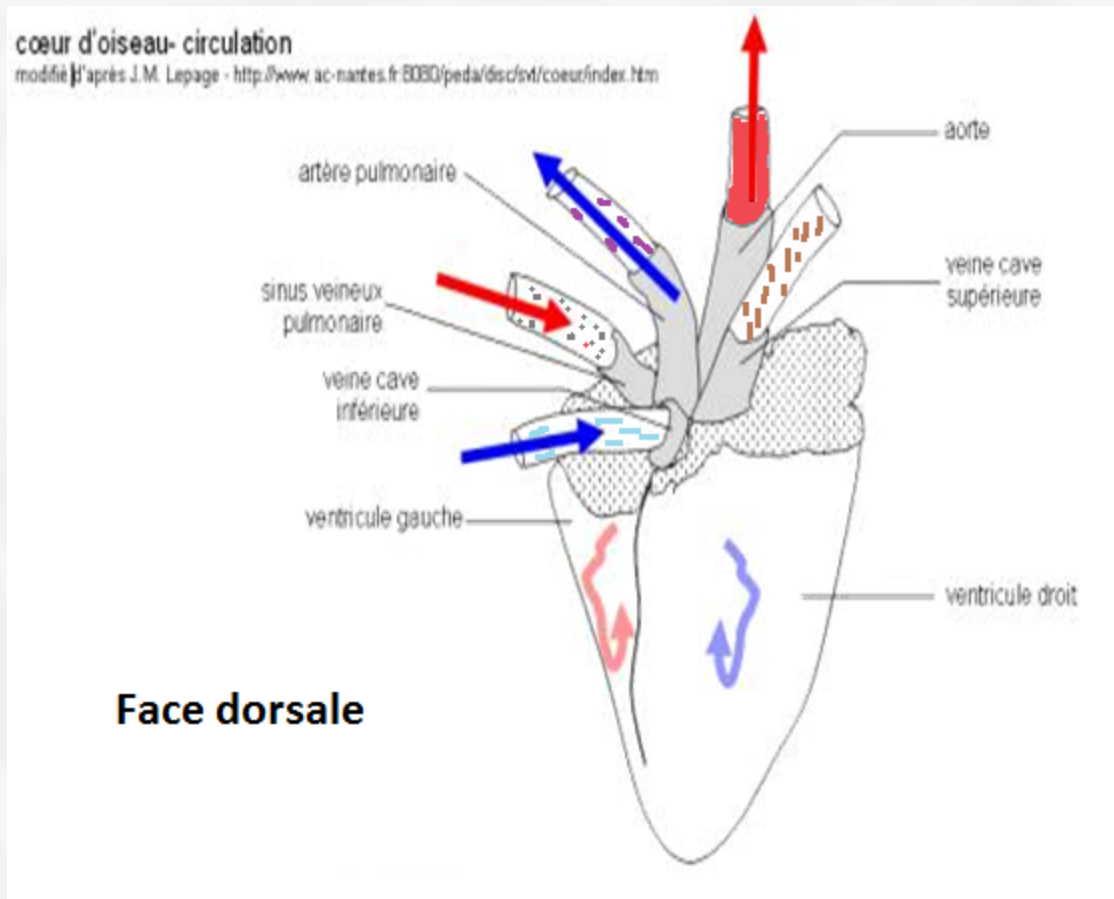
Cœur des reptiles crocodiliens

Coupe sagittale du cœur d'un Reptile crocodilien.
Noter la présence d'une cloison complète entre les deux ventricules.
C'est donc un cœur à quatre chambres

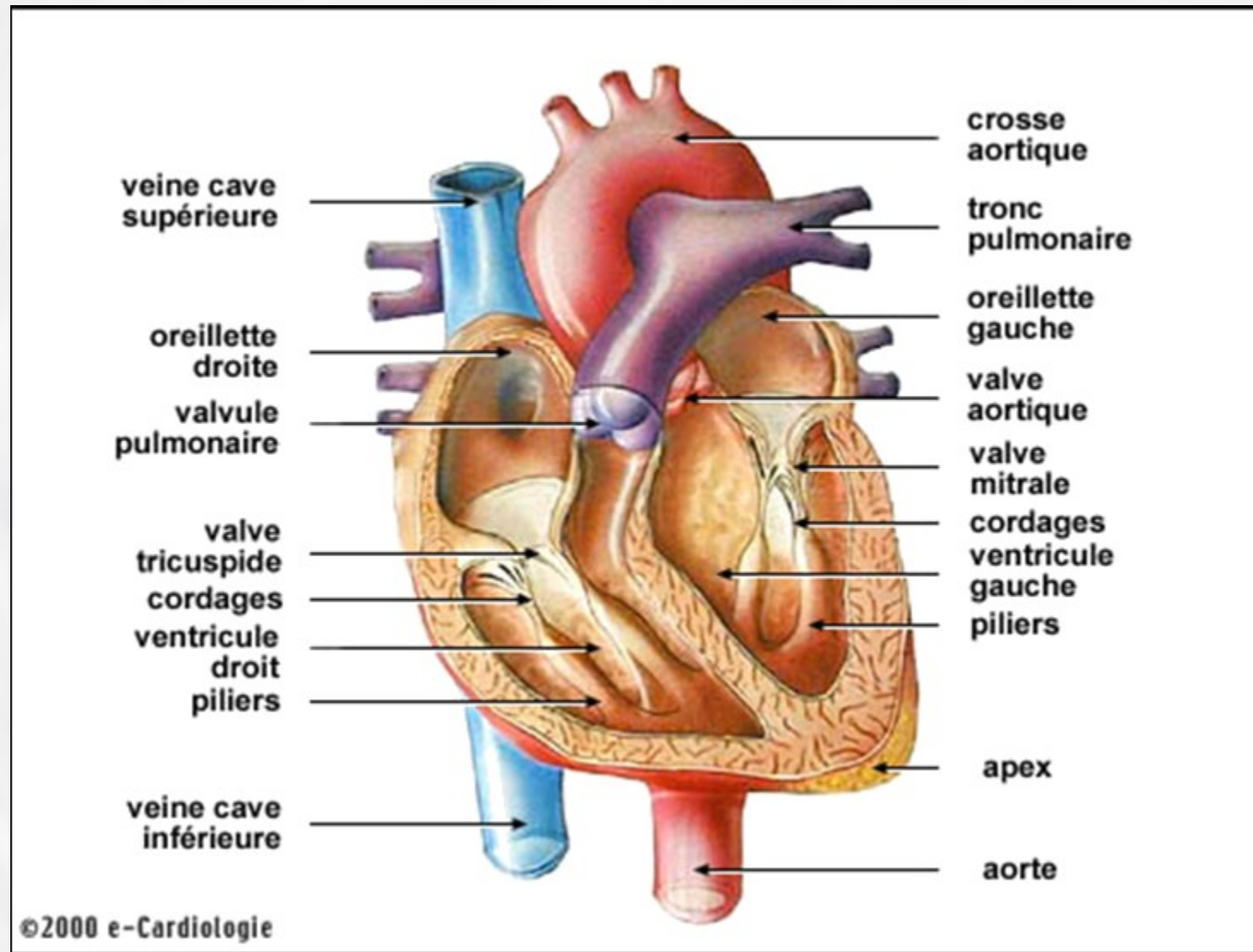


- 2 oreillettes
- 2 ventricules
complètement cloisonnés
- Pas de bulbe
- Pas de sinus veineux
(+ deux crosses aortiques)

Cœur d'oiseau



Cœur de mammifère





3

Appareil respiratoire

La respiration chez les vertébrés est branchiale ou pulmonaire

Dans certains cas :

- Les deux types de respiration coexistent
- La peau et la vessie gazeuse peuvent participer à la respiration.

La respiration primitive mixte des batraciens

Vessie gazeuse

C'est une invagination dorsale qui peut être reliée à l'œsophage.

- La vessie gazeuse ou Vessie natatoire, peut être considérée comme un **complément respiratoire**

- Dans d'autres groupes, ce passage est obturé, la vessie est libre, vessie natatoire : aucune possibilité de complément respiratoire, permet simplement l'équilibre hydrostatique.

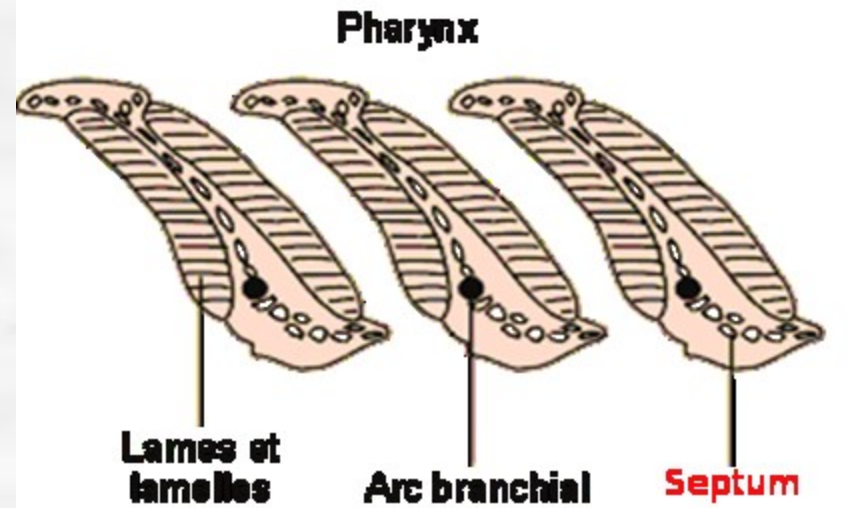
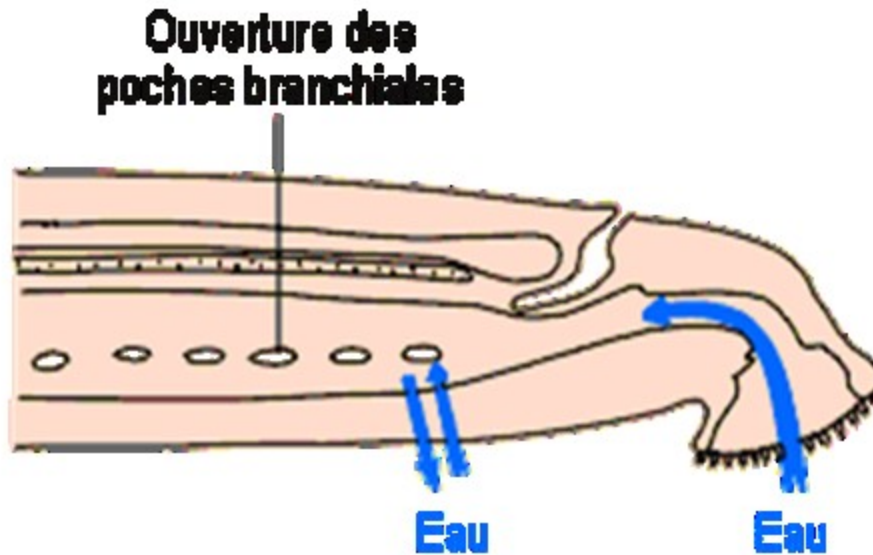
Peau

Chez les batraciens primitifs, la respiration tégumentaire est facilitée par le fait que la peau est très mince. Avantage, l'animale peut retourner dans l'eau (bouche fermée) et peut continuer à respirer par la peau. **La peau rejette la totalité du CO₂** alors qu'elle n'absorbe que 70% d'O₂. Le poumon ne rejette donc pas de CO₂ mais **absorbe 30% d'O₂**.

Respiration chez les poissons

Branchies filamenteuses internes

Cyclostome

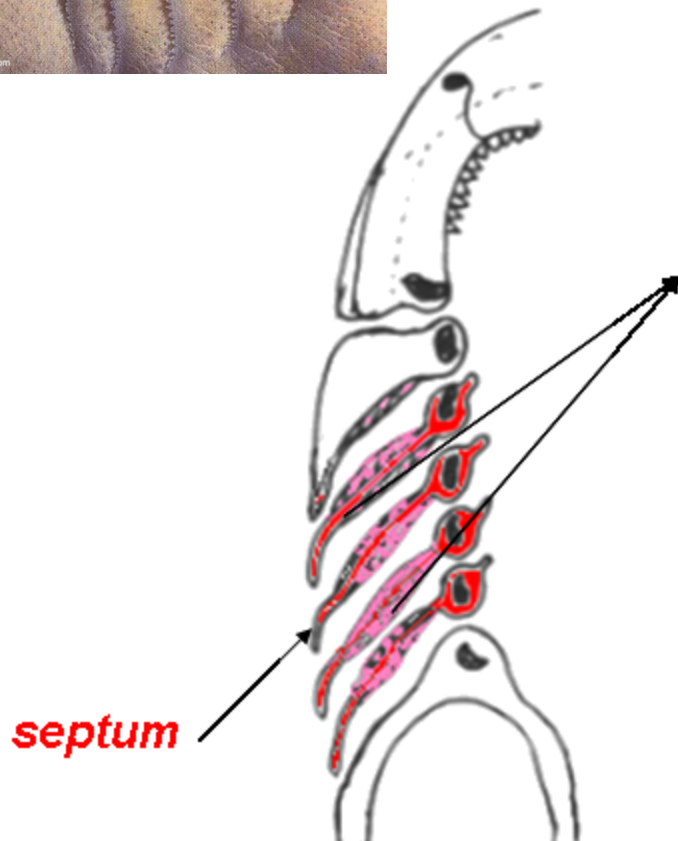


Branchies septales

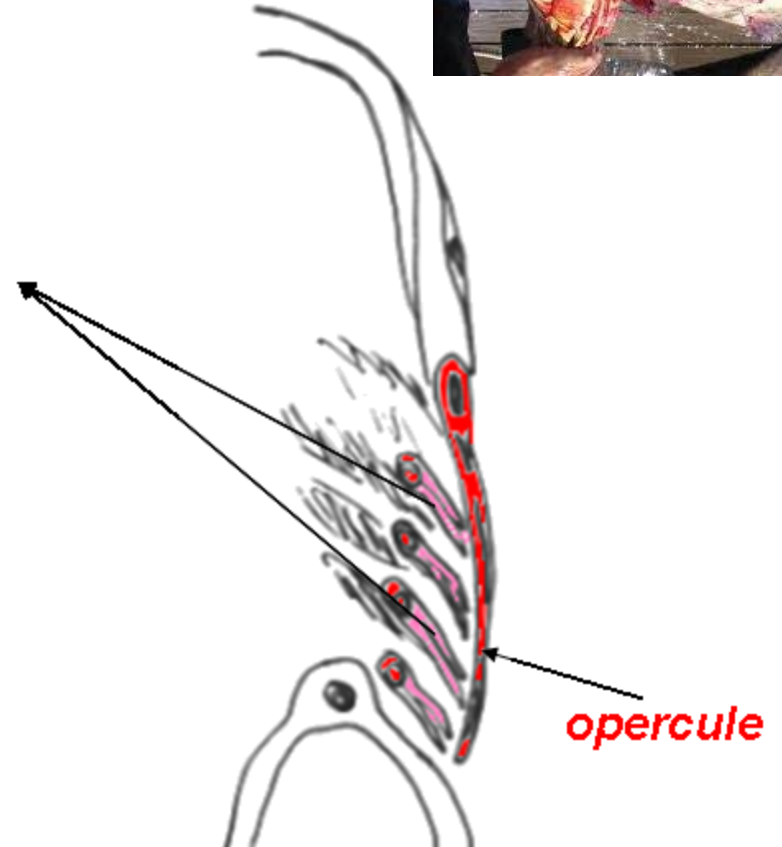
Les **chondrichthyens** respirent par des **branchies filamenteuses internes** protégées par un **septum**



Les **ostéichthyens** respirent par des **branchies filamenteuses internes** protégées par un **opercule**



branchies



opercule

Respiration des amphibiens

Branchies lamellaires externes



**Branchies externes
= branchies lamellaires**

**Suivies de l'apparition de poumons et
de choanes (au moins rudimentaires)**



Amphibiens :
**respiration branchiale
et pulmonaire**



La respiration branchiale

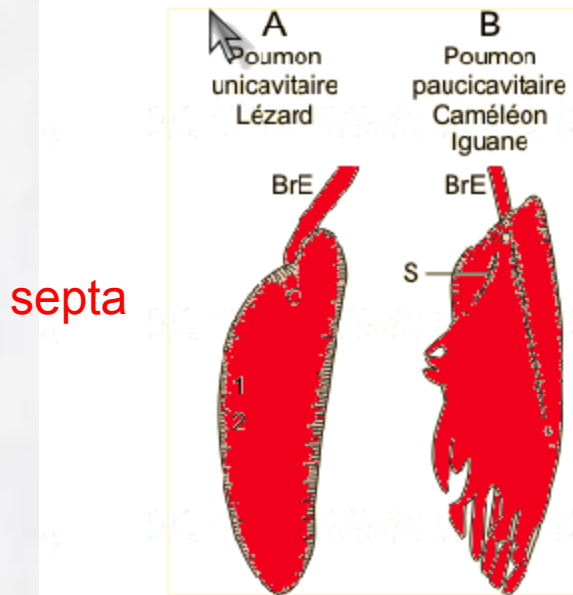
L'appareil respiratoire est formé par des branchies

- Les **branchies primitives** sont des **branchies filamenteuses** avec :
 - Les **branchies filamenteuses septales** (Agnathes et Sélaciens)
 - Les **branchies filamenteuses operculées** (Téléostéens)
- Les **branchies évoluées** sont des **branchies lamellaires** (Sarcoptérygiens et Amphibiens)

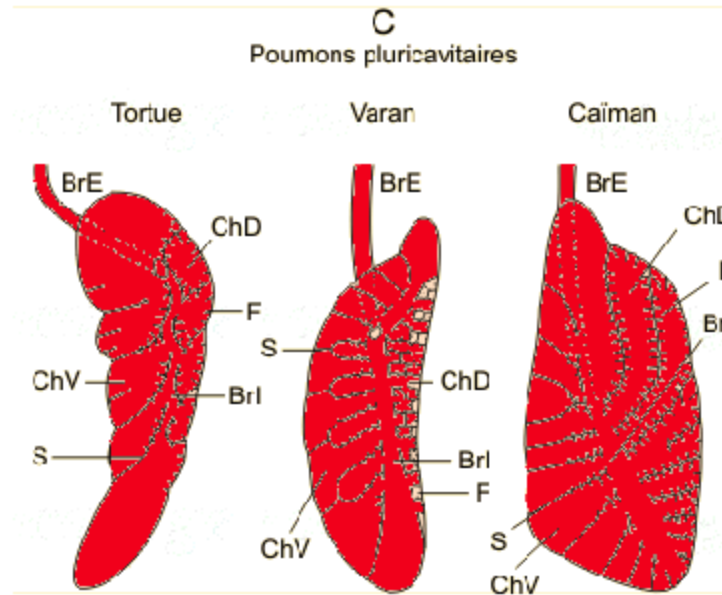
Respiration pulmonaire alvéolaire des tétrapodes

Poumons unicavitaires ou sacculaire

Poumons pluricavitaires



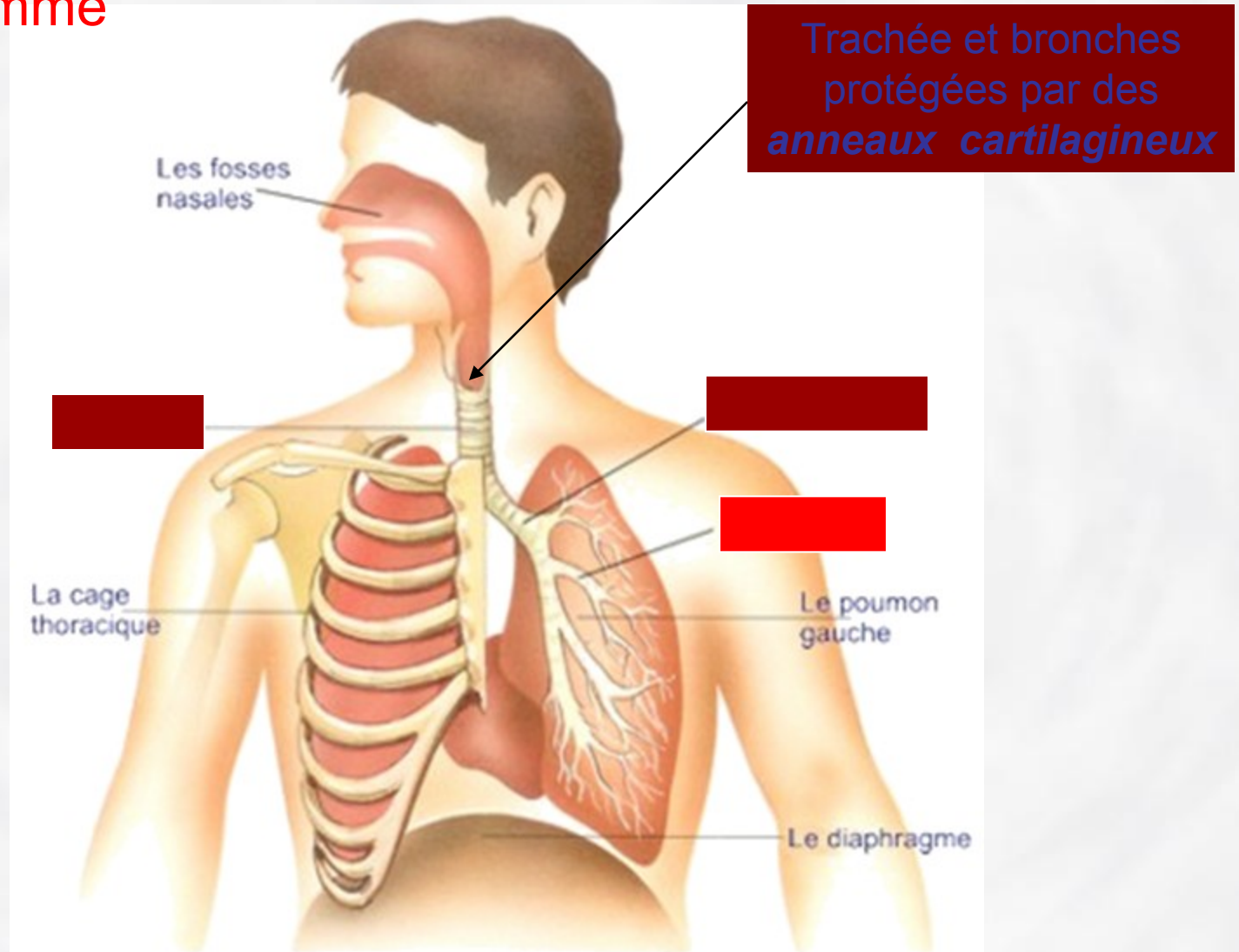
septa



Poumons de reptiles: chez ces espèces, l'organisation des poumons passe du système sacculaire des batraciens au système alvéolaire des mammifères. Chez la plupart d'entre elles, la structure générale du poumon n'est guère différente de celle du poumon des amphibiens: il s'agit d'un poumon unicavitaire avec septa de 1er et 2ème ordre (A). Chez certaines espèces (caméléons, iguanes), 1 ou 2 septa longitudinaux prennent de l'importance et subdivisent la cavité pulmonaire en 2 ou 3 chambres; c'est le poumon paucicavitaire (B) annonçant la structure pluricavitaire. Chez les tortues, varans et caïmans, la structure pulmonaire se complique par pénétration de la bronche extra-pulmonaire dans la cavité pulmonaire qui dès lors disparaît. Cette bronche pulmonaire donne accès à des chambres favéolées de taille extrêmement variable (C). BrE: bronche extra-pulmonaire; BrI: bronche intra-pulmonaire; ChD: chambre dorsale; ChV: chambre ventrale; F: favéole; S: septum. D'après Beaumont et Cassier 1987, modifié.

Respiration pulmonaire alvéolaire des tétrapodes

Homme



Respiration pulmonaire alvéolaire des tétrapodes

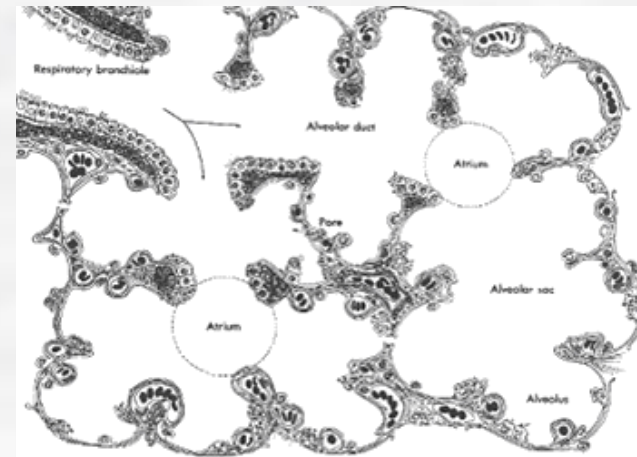
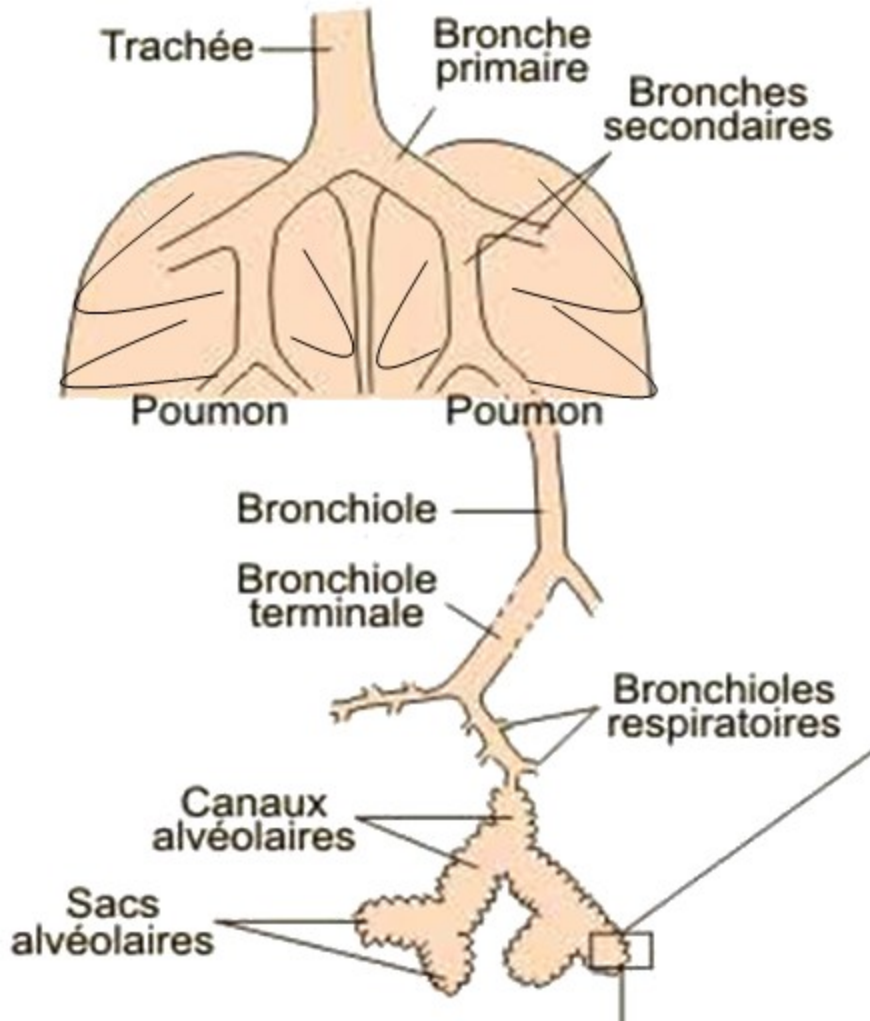
Homme

Les **poumons alvéolaires pluricavitaires**

chez l'Homme avec les

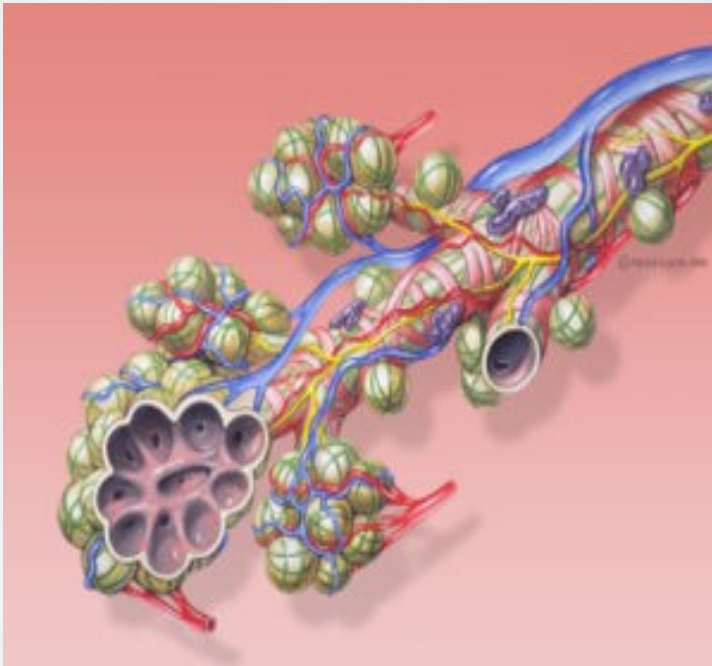
conduits aériens

arrivent **jusqu'au plus profonds sacs alvéolaires**



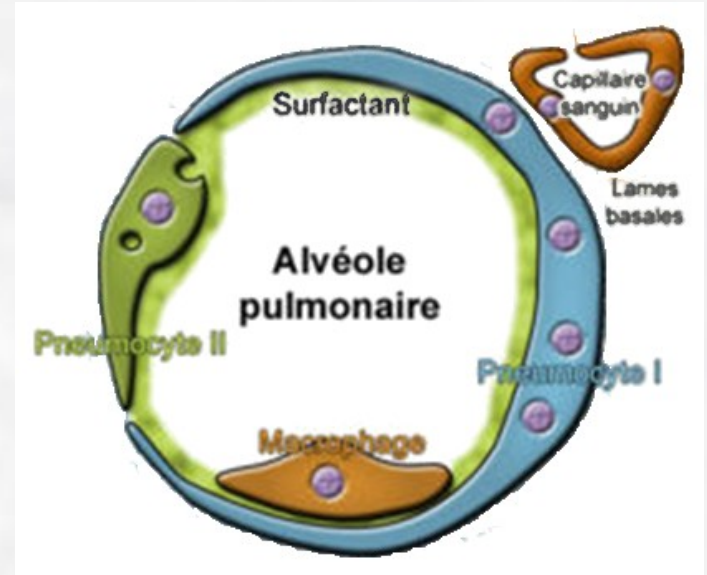
sacs alvéolaires

Les alvéoles pulmonaires



Les sacs alvéolaires très vascularisés

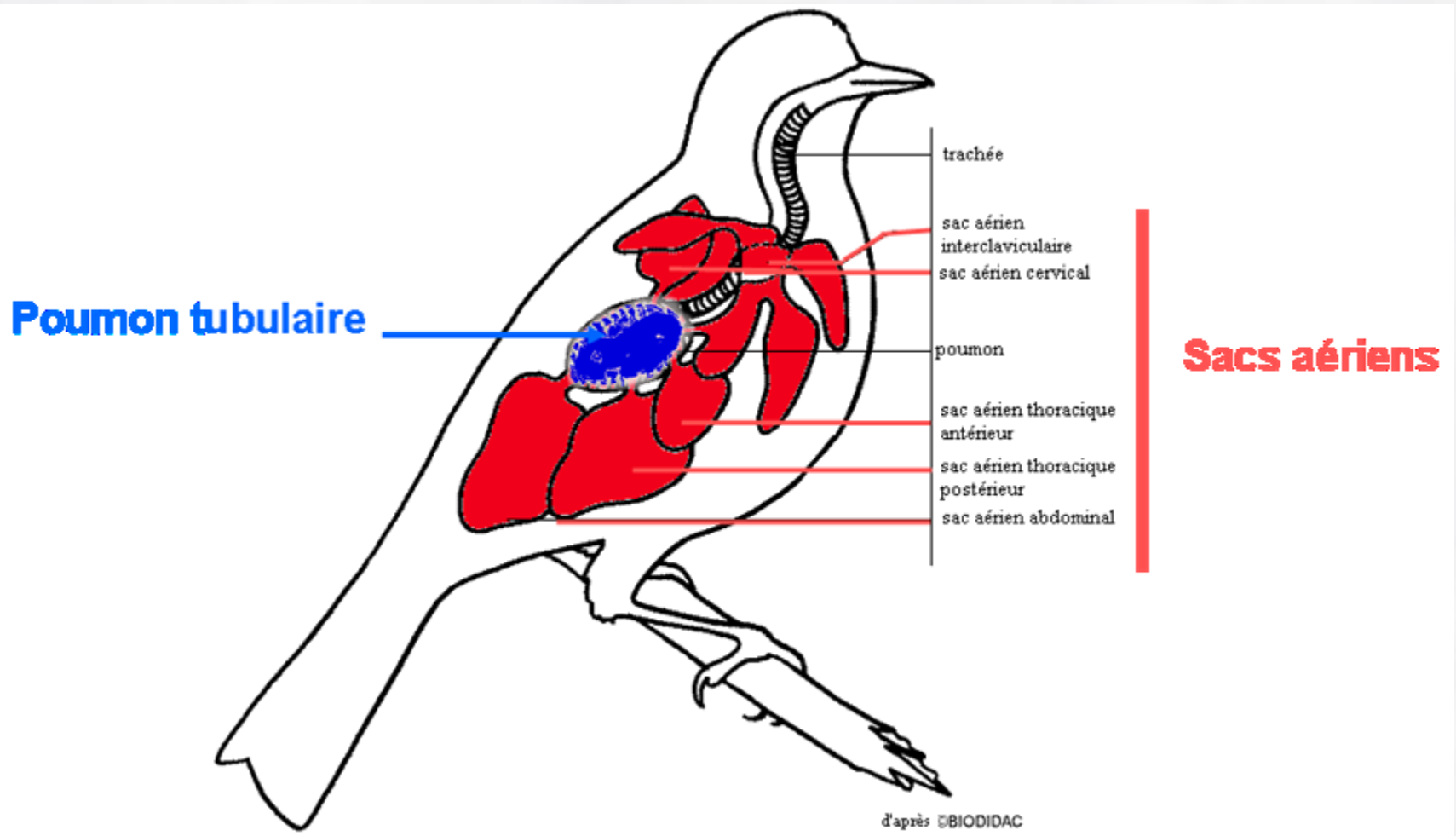
- Pneumocytes type I Carrés ne permettant pas les échanges mais produisent le surfactant (mélange de protéines et de cholestérol qui permettant aux alvéoles de rester ouvertes malgré la pression).
- Pneumocytes type II Plates permettant les échanges gazeux où les capillaires sanguins sont au contact direct avec les pneumocytes. Cet appareil est très performant.

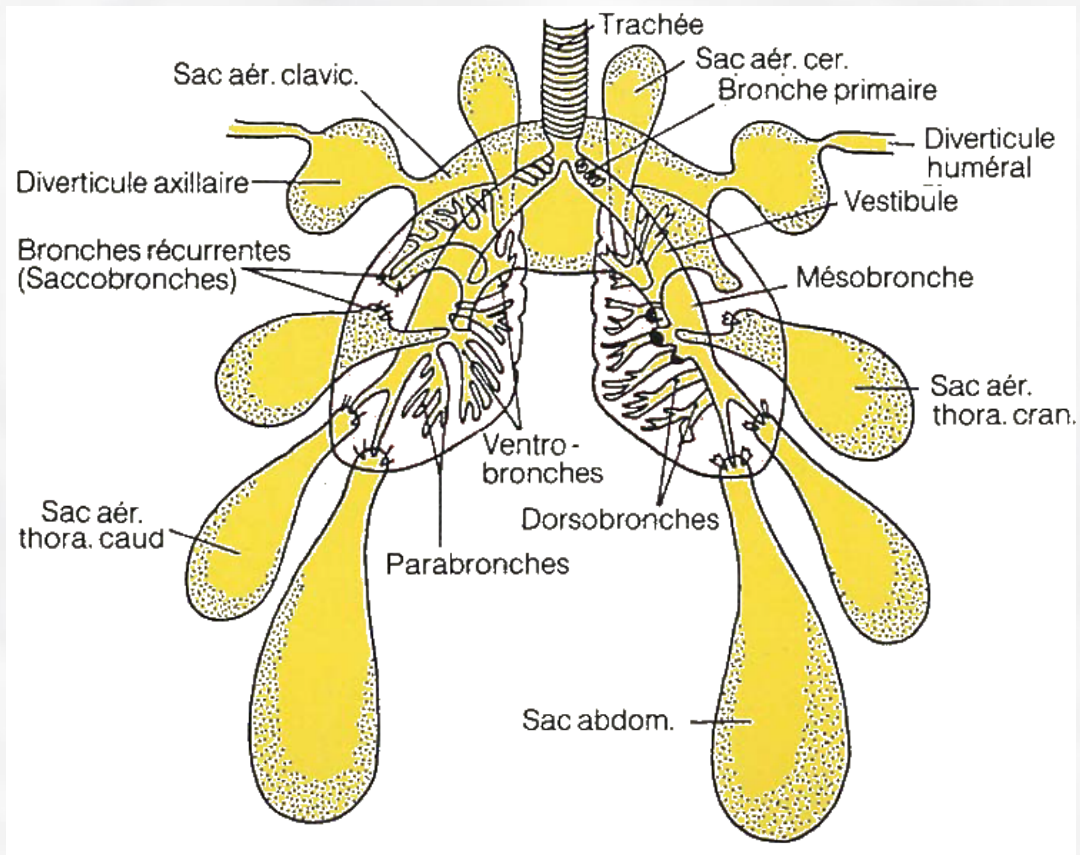


Les cellules bordant les alvéoles

- **Pneumocytes I** (animaux aquatiques)
- **Pneumocytes I&II** (tétrapodes)

Respiration pulmonaire tubulaires des oiseaux



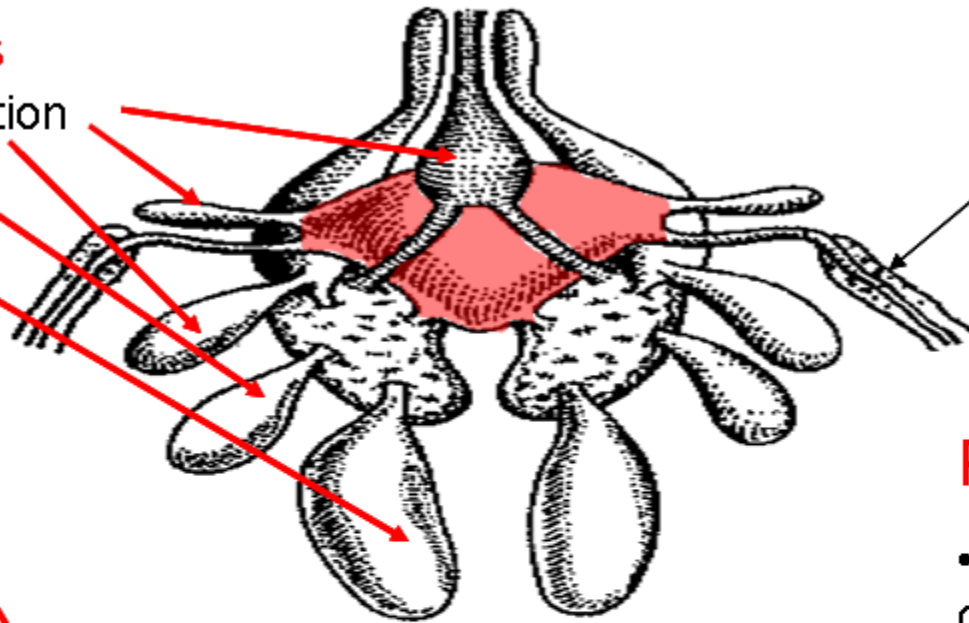


Respiration pulmonaire tubulaire des oiseaux

Sacs aérifères

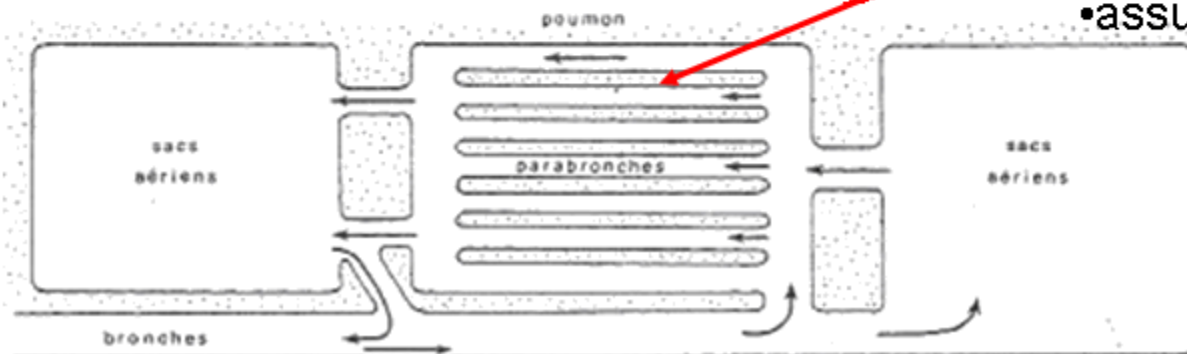
Assurent la ventilation

Humérus en communication avec les sacs aérifères



Poumon tubulaire

- Plaqué contre la colonne vertébrale.
- très vascularisé.
- assure l'échange



La respiration pulmonaire

L'appareil respiratoire est formé par les **conduits aériens** et l'organe d'échange gazeux ou **poumons**

Les poumons des vertébrés sont de deux types :

- Les **poumons alvéolaires**
- les **poumons tubulaires** (spécifiques aux oiseaux).

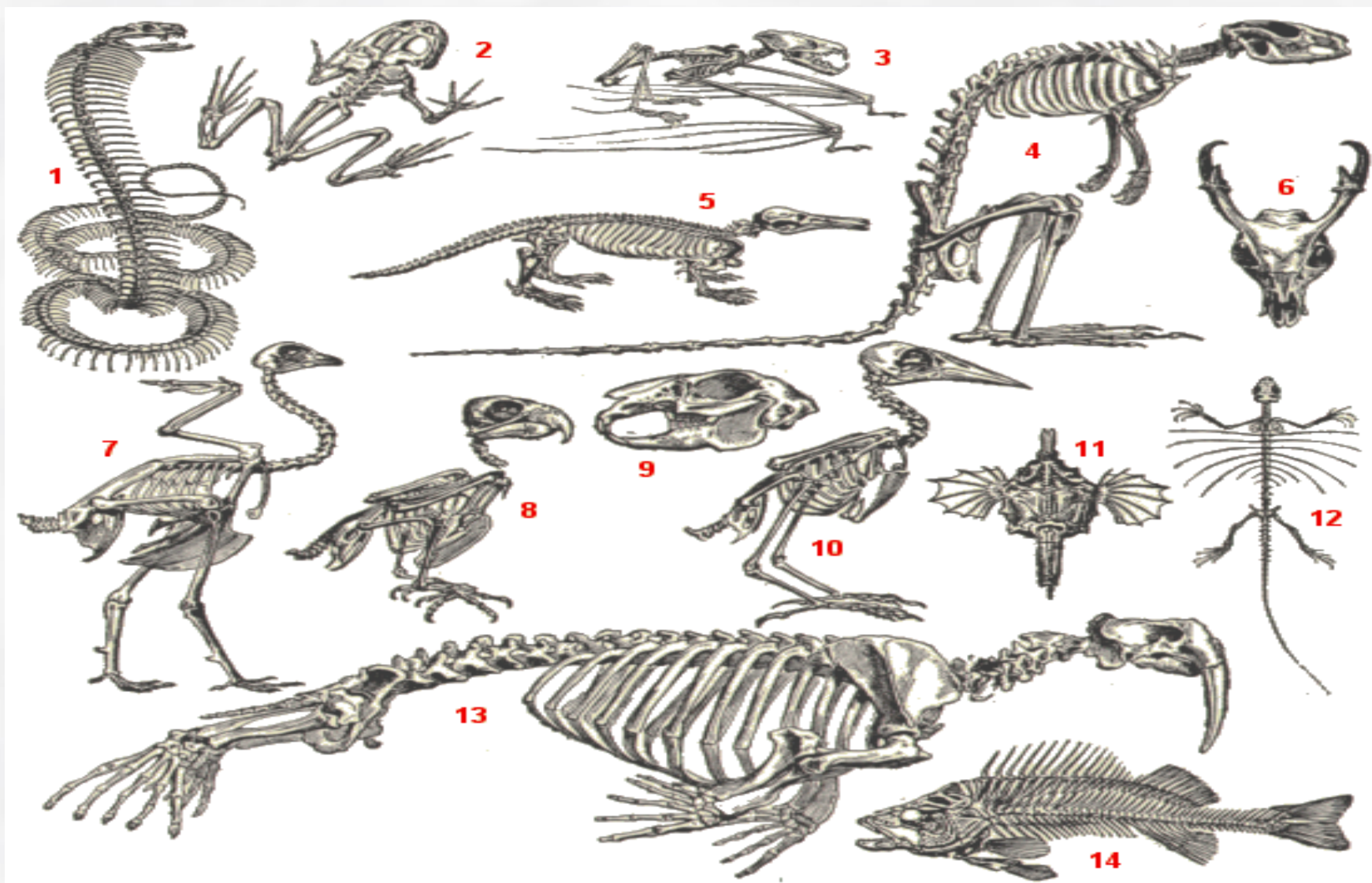
Evolution les poumons alvéolaires :

- Les poumons primitifs sont des poumons unicavitaires avec conduits aériens externes
- Les poumons évolués sont des poumons pluricavitaires avec conduits aériens externes et internes

4

Squelette des vertèbres





La Squelette des vertèbres

Le squelette des vertébrés est formé par :

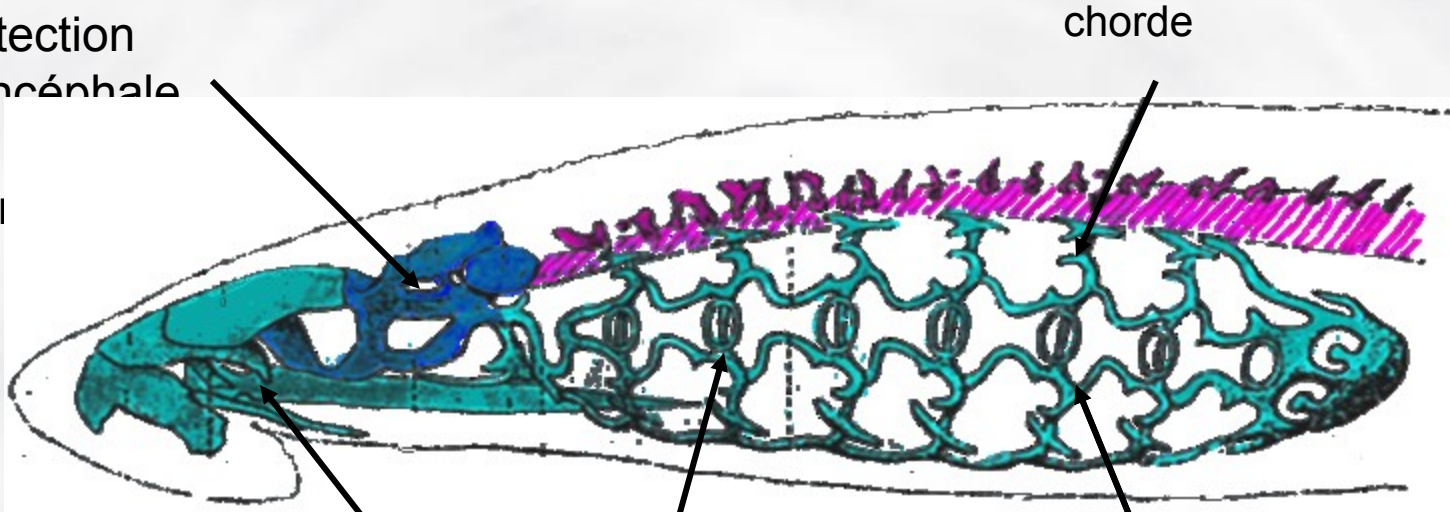
- A - squelette céphalique
- B - squelette axial
- C - squelette zonal
- D - squelette appendiculaire

A - squelette céphalique

Neurocrâne

Protection
de l'encéphale

des organ



chorde

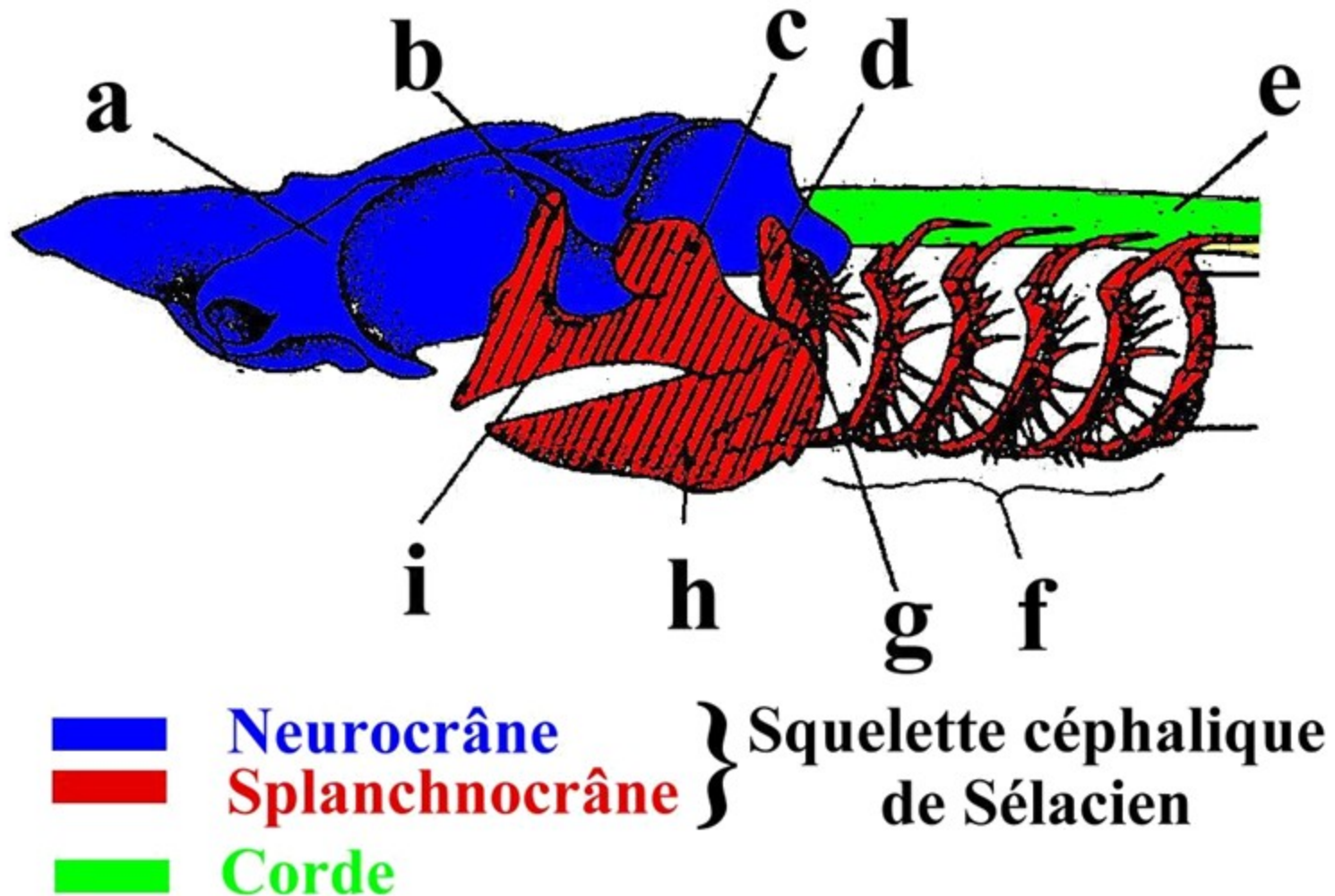
Splanchnocrâne

Protection des viscères

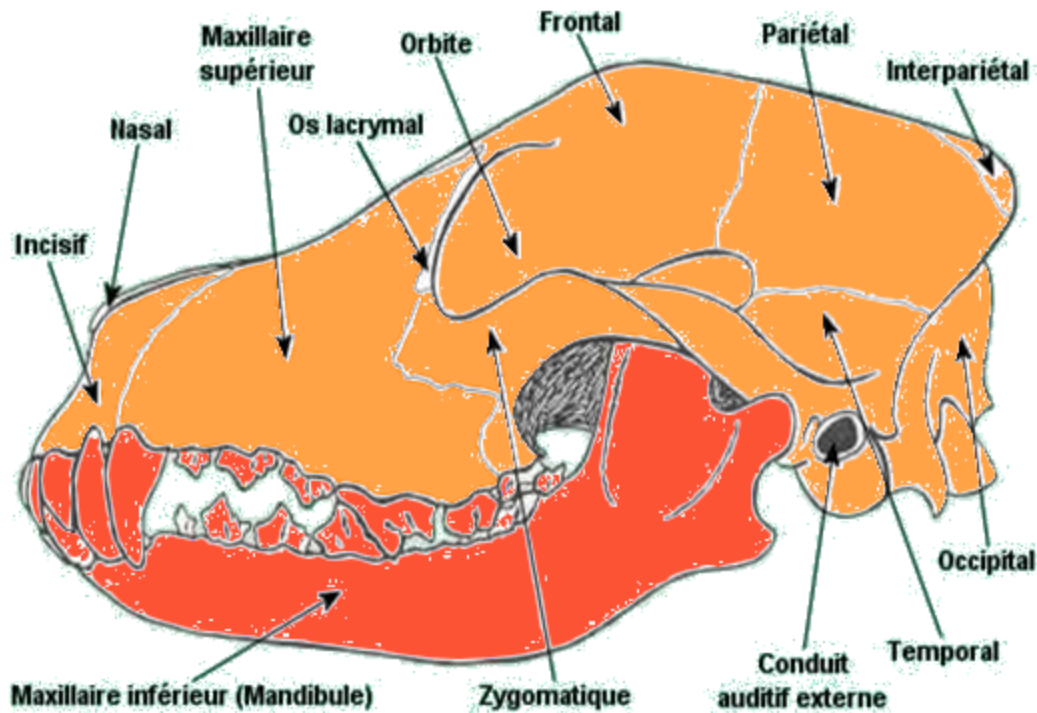
Corbeille branchiale

(non segmentée et non articulée)

Le squelette céphalique



Les os de la tête :



↪ Os crâniens :

- ♦ 1 occipital
- ♦ 1 sphénoïde
- ♦ 1 frontal (2 os soudés)
- ♦ 1 ethmoïde
- ♦ 1 pariétal (2 os soudés)
- ♦ 2 temporaux

↪ Os faciaux :

Maxillaire supérieur :

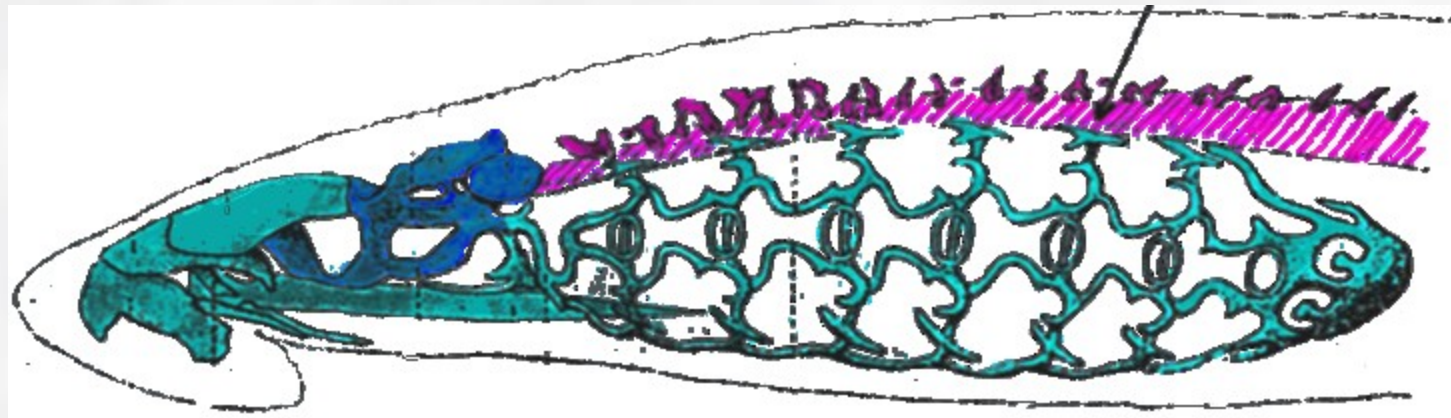
- ♦ 2 maxillaires supérieurs
- ♦ 2 incisifs
- ♦ 2 palatins
- ♦ 2 ptérygoïdiens
- ♦ 2 zygomatiques
- ♦ 2 lacrymaux
- ♦ 2 nasaux
- ♦ 2 cornets
- ♦ 1 vomer

Maxillaire inférieur :

Splanchnocrâne

Neurocrâne

B - squelette axial Agnathes

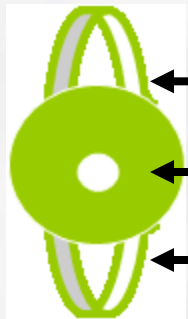


Il n'y a que la **corde** et l'**ébauche de la colonne vertébrale (arcs neuraux)**

B - squelette axial

Poissons

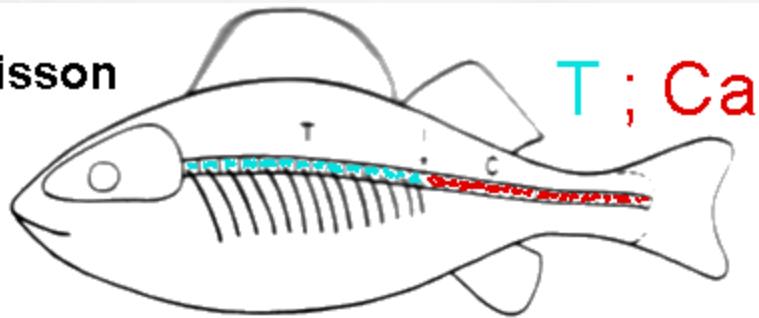
A partir des **chondrichthyens** les vertèbres sont constituées fondamentalement de trois parties :



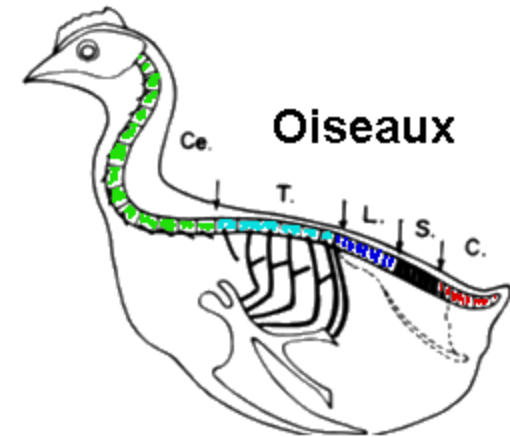
- ← **arc neural** > qui entoure la moelle épinière
- ← **centrum** > ou centre, qui entoure la corde
- ← **arc hémal** > qui entoure l'artère et la veine caudale.

B - squelette axial : Régionalisation

Poisson

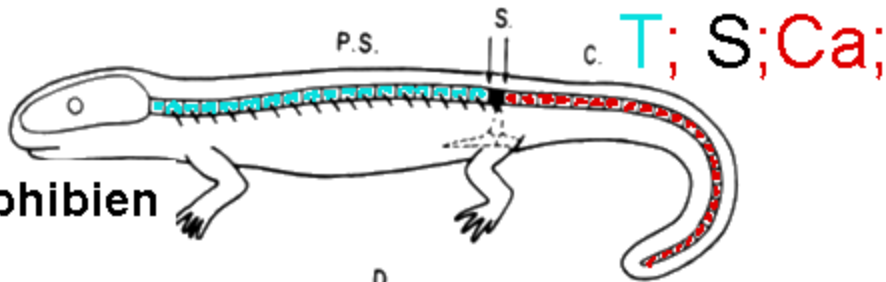


T ; Ca



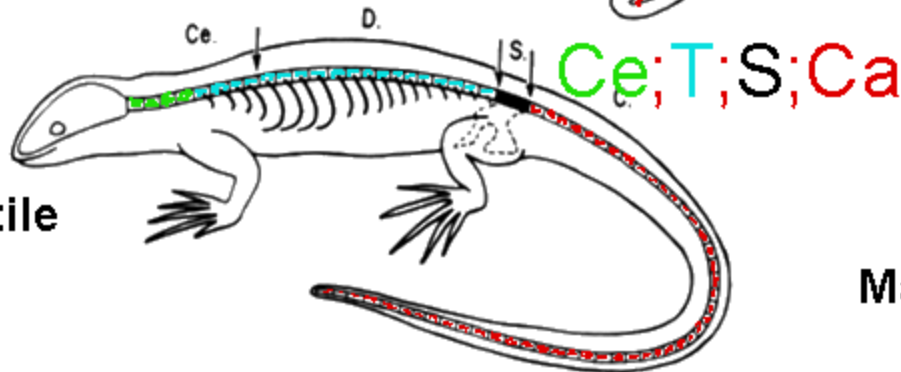
Oiseaux

Amphibien



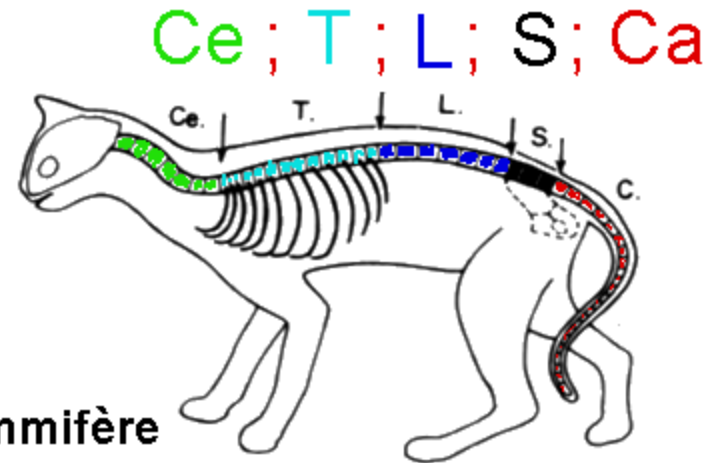
T ; S ; Ca ;

Reptile



Ce ; T ; S ; Ca

Mammifère



Ce ; T ; L ; S ; Ca

Cervicale ; Thoracique ; Sacrée ; Lombaire ; Caudale

F : — diplasiocèle (*Rana*).

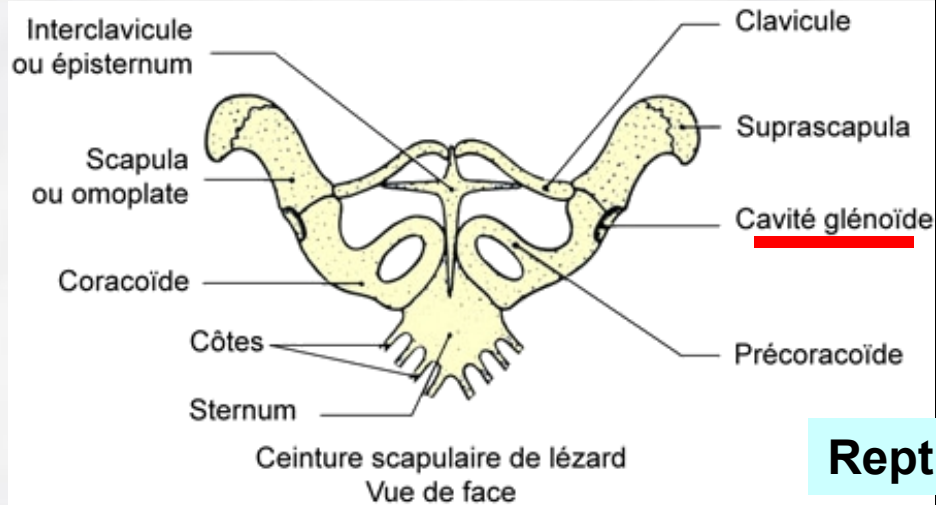
C - squelette zonal

	<i>Ceinture scapulaire</i>			<i>Ceinture pelvienne</i>	
Dorsal	Scapulum		Cavité glénoïde (peu profonde)	Ilion	Cavité cotyloïde (profonde)
Ventral	Crânial	Procoracoïde		Pubis	
	Caudal	Coracoïde		Ischion	

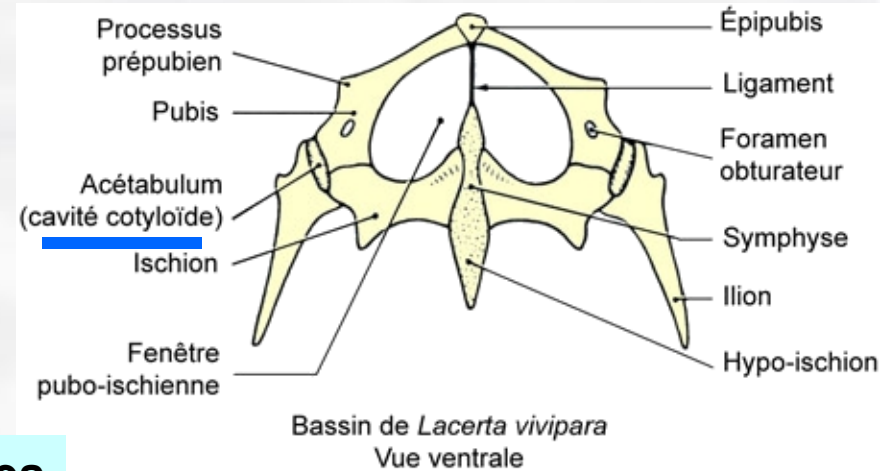
Au niveau de la ceinture scapulaire, en plus des **os enchondraux**, les scapulo-coracoïdes (**scapula, coracoïde et procoracoïde**), il ya souvent des os dermiques comme le cléithrums, la clavicules et l'inter-clavicule.

La ceinture scapulaire n'est formée que par des **os enchondraux** (**Ilion, pubis et Ischion**).

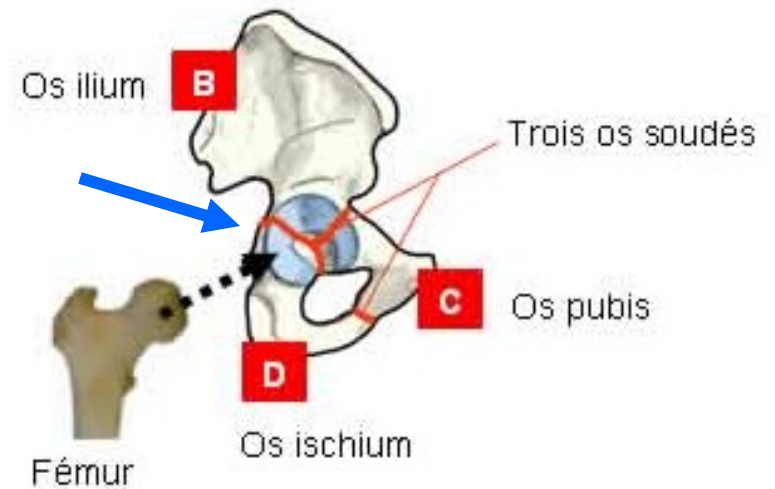
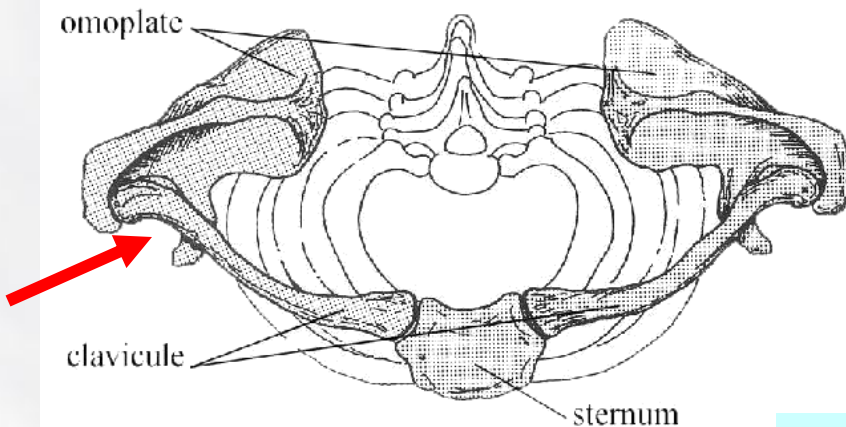
Ceinture pectorale



Ceinture pelvienne



Reptiles



Mammifères

C - squelette zonal

Chez les **Amphibiens** (Labyrinthodontes), pour pouvoir supporter la gravité, la marche sur le sol sans le support de l'eau, les ceintures se renforcent par des **l'inter clavicule et le sacrum** qui **immobilise les ceintures**.

Les membres archaïques sont encore lourds et massifs.

C - squelette zonal :

Évolution de la ceinture pelvienne des reptiles



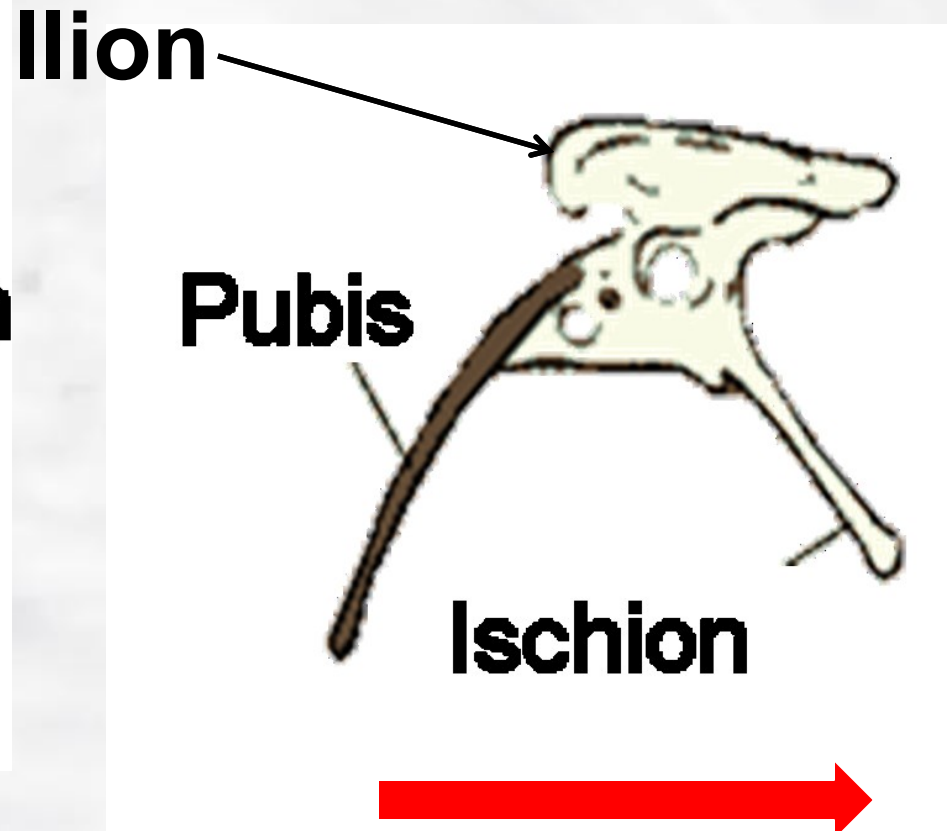
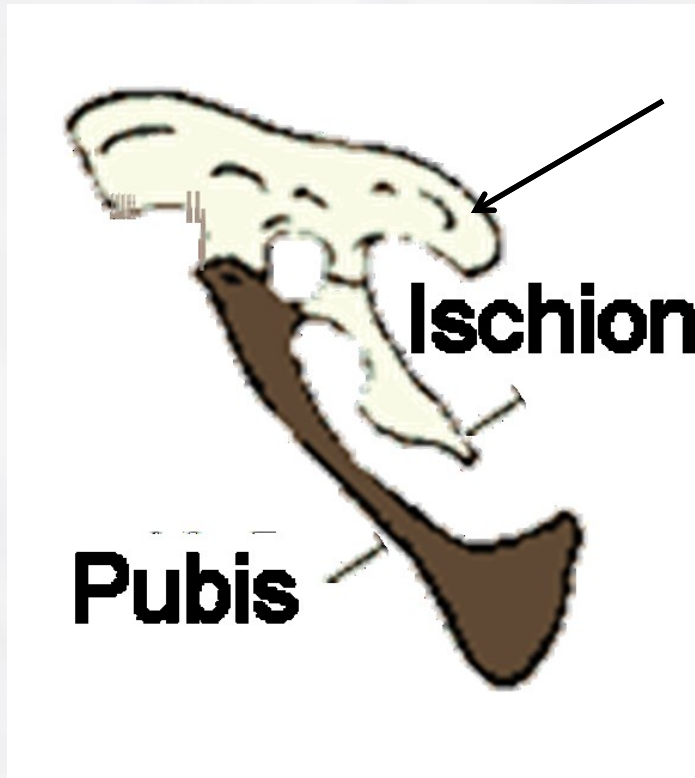
Coté crânial



Coté caudal

C - squelette zonal :

Évolution de la ceinture pelvienne des reptiles

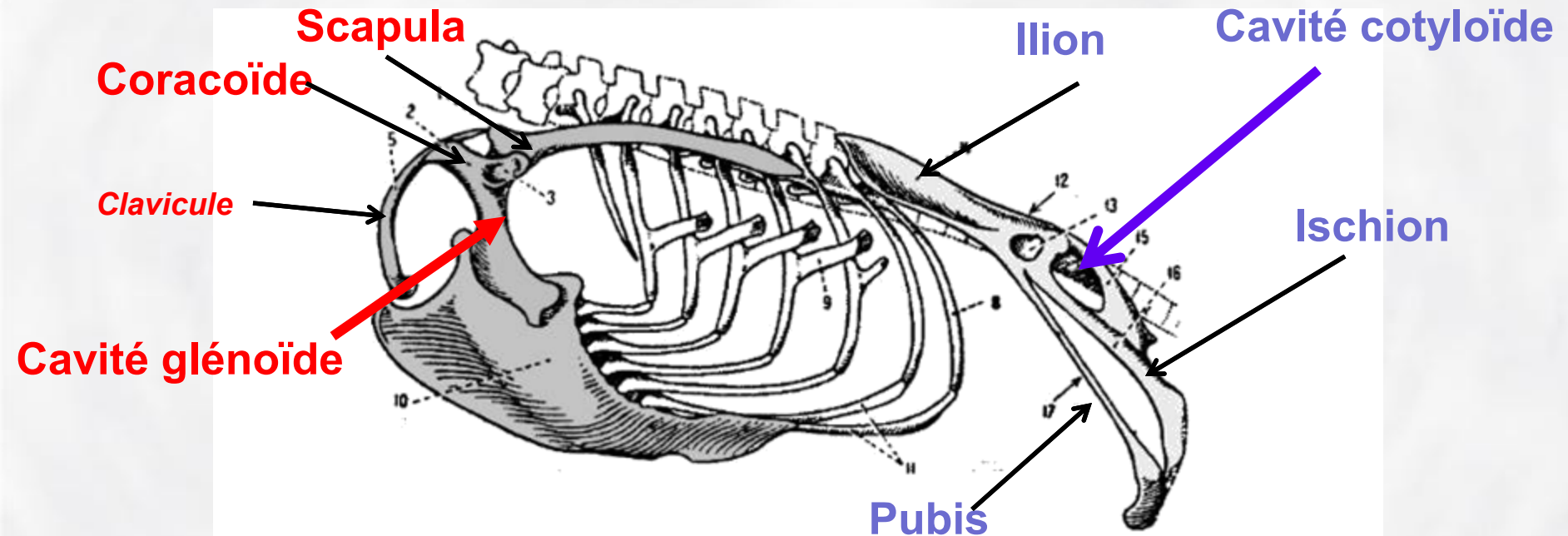


Coté crânial

Coté caudal

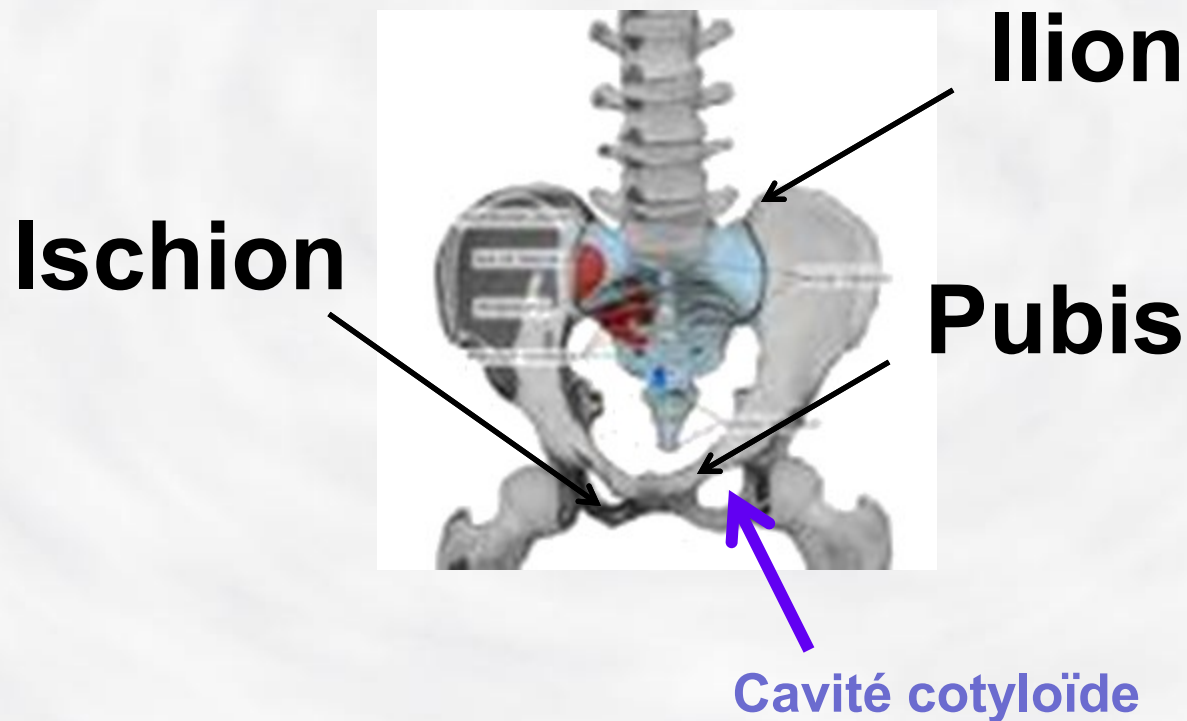
C - squelette zonal :

La ceinture **pectorale** et **pelvienne** des oiseaux

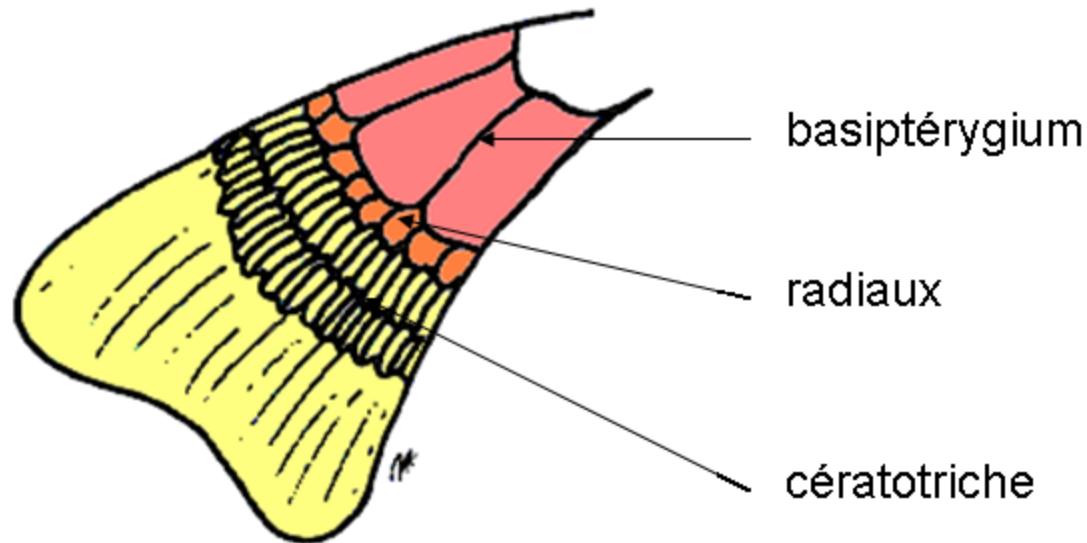


Ceintures pectorale et pelvienne de l'Albatros (*Diomedea*); 1, scapula; 2, coracoïde; 3, cavité articulaire (glénoïde) pour l'humérus; 5, clavicule (*furcula*, thoracal); 8, 11, portions costo-vertébrale et costo-sternale; 9, processus unciné; 10, sternum; 12, région des premières vertèbres sacrées; 13, cavité cotyloïde; 14, 15, ilion; 16, ischion; 17, pubis (d'après PORTMANN).

C - squelette zonal : La ceinture pelvienne des mammifères



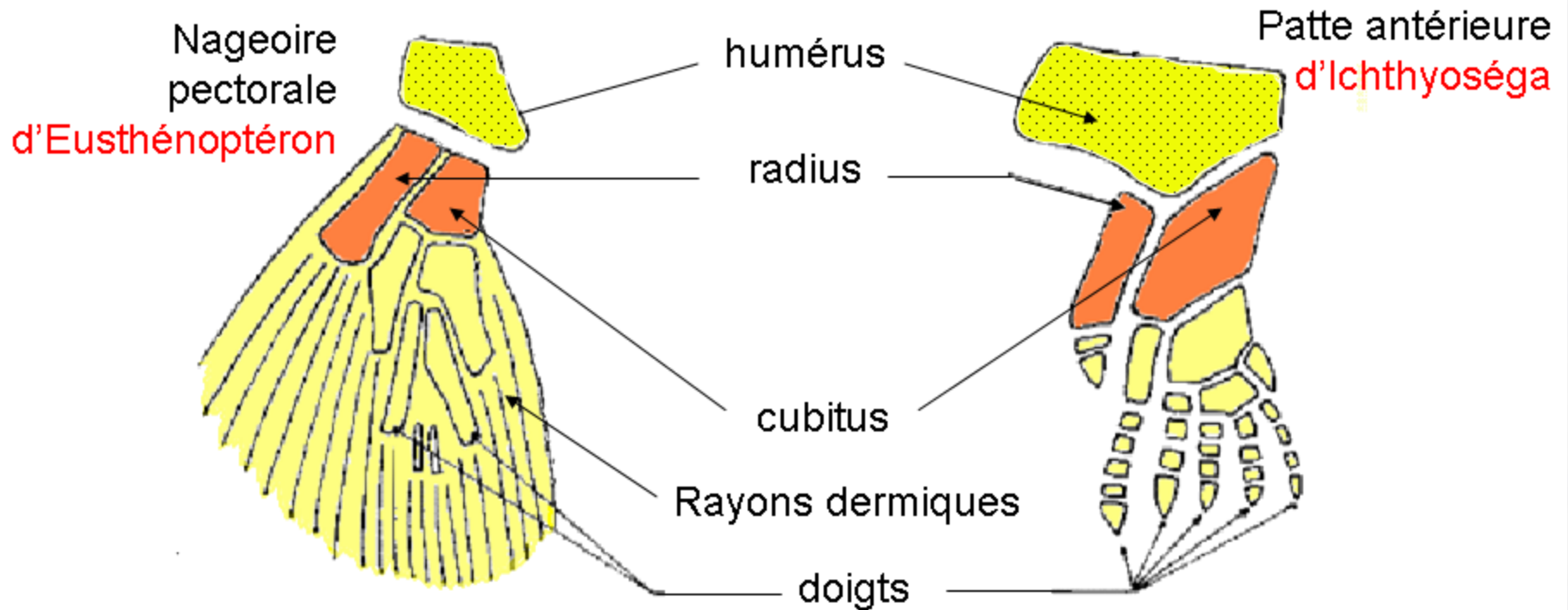
D - Squelette appendiculaire : Ptérygium des poissons



Membre ptérygien de sélacien (nageoire)

D - Squelette appendiculaire

Comparaison membres des Dipneuste et des labyrinthodontes



D - Squelette appendiculaire Des tétrapodes

Structure du membre chiridien = Trois segments articulés

L'animation est destinée à acquérir la nomenclature des différents segments du membre.



	membre antérieur	membre postérieur
Stylopode	1 élément	
Zeugopode	2 éléments	
Autopode basipode métapode acropode	Plus que 2 éléments	



Anatomie comparée

Partie II

Pr. H. Messaouri

- 1. Appareil digestif**
- 2. Système nerveux**
- 3. Appareil urinaire**
- 4. Appareil génital**



Appareil digestif

Intestin grêle

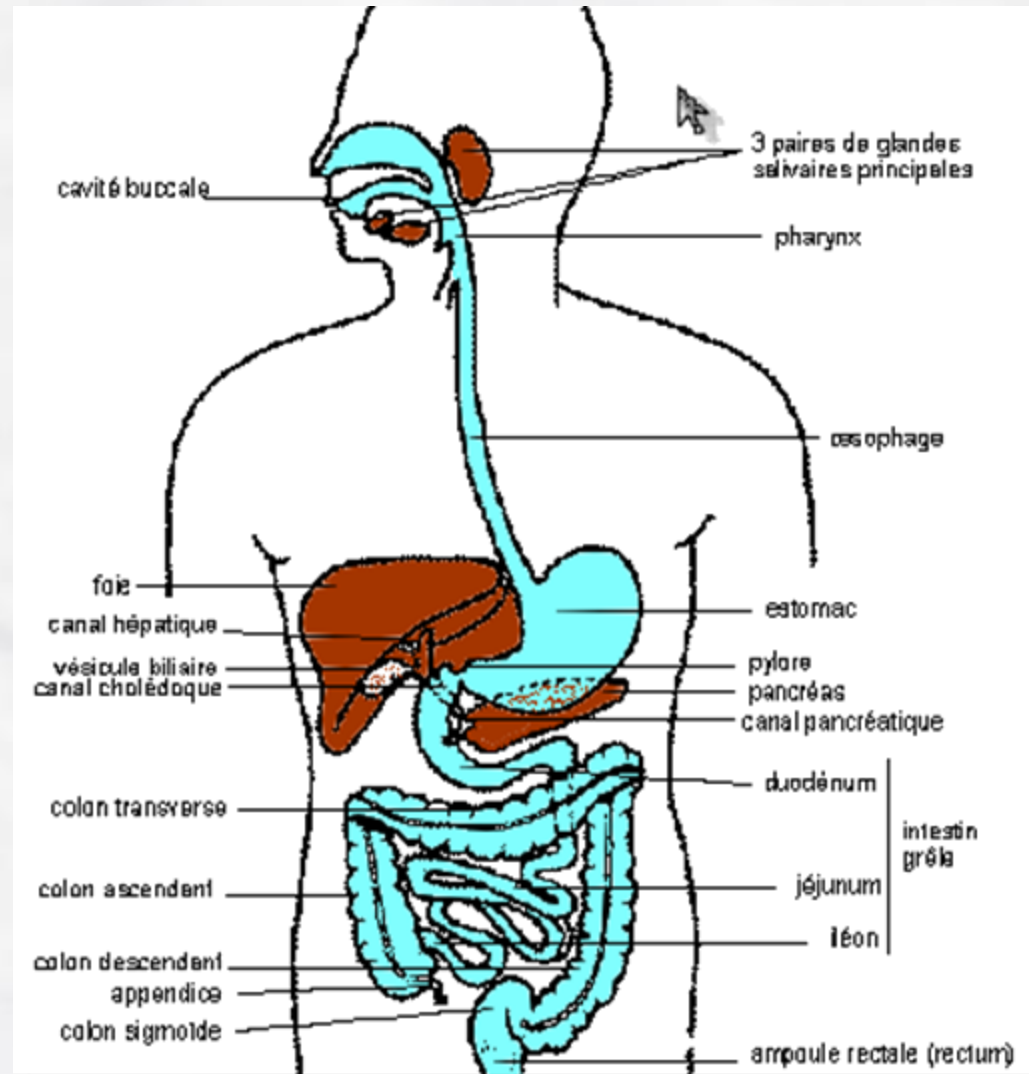
Appareil digestif (Homme)

tube digestif

- Bouche,
- œsophage
- estomac,
- intestins,
- anus

glandes annexes

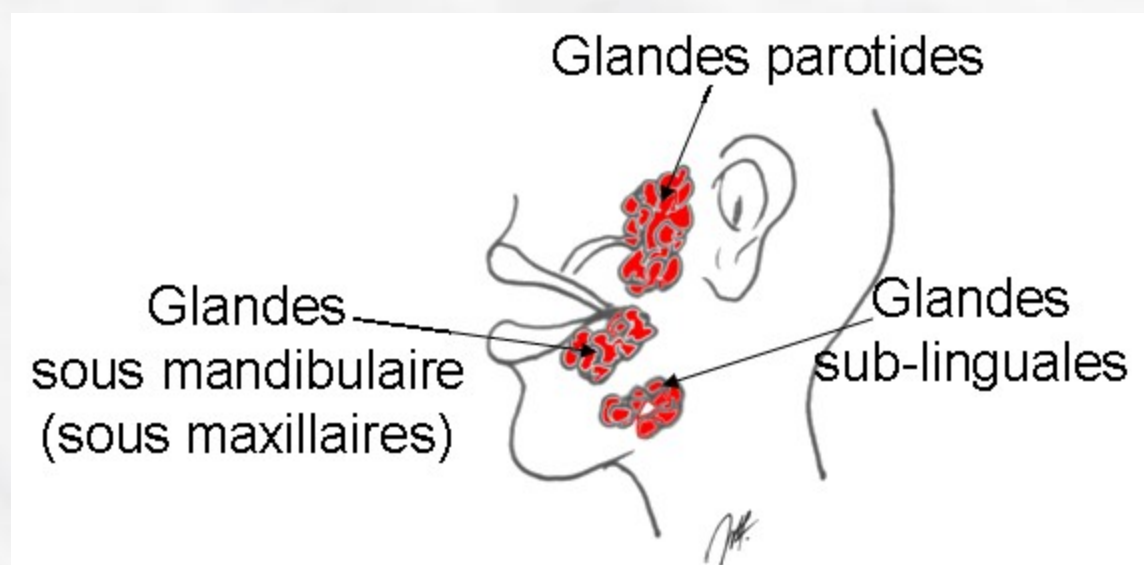
- glandes salivaires,
- foie
- pancréas



(schéma in Précis de physiologie, Doin, 1997)

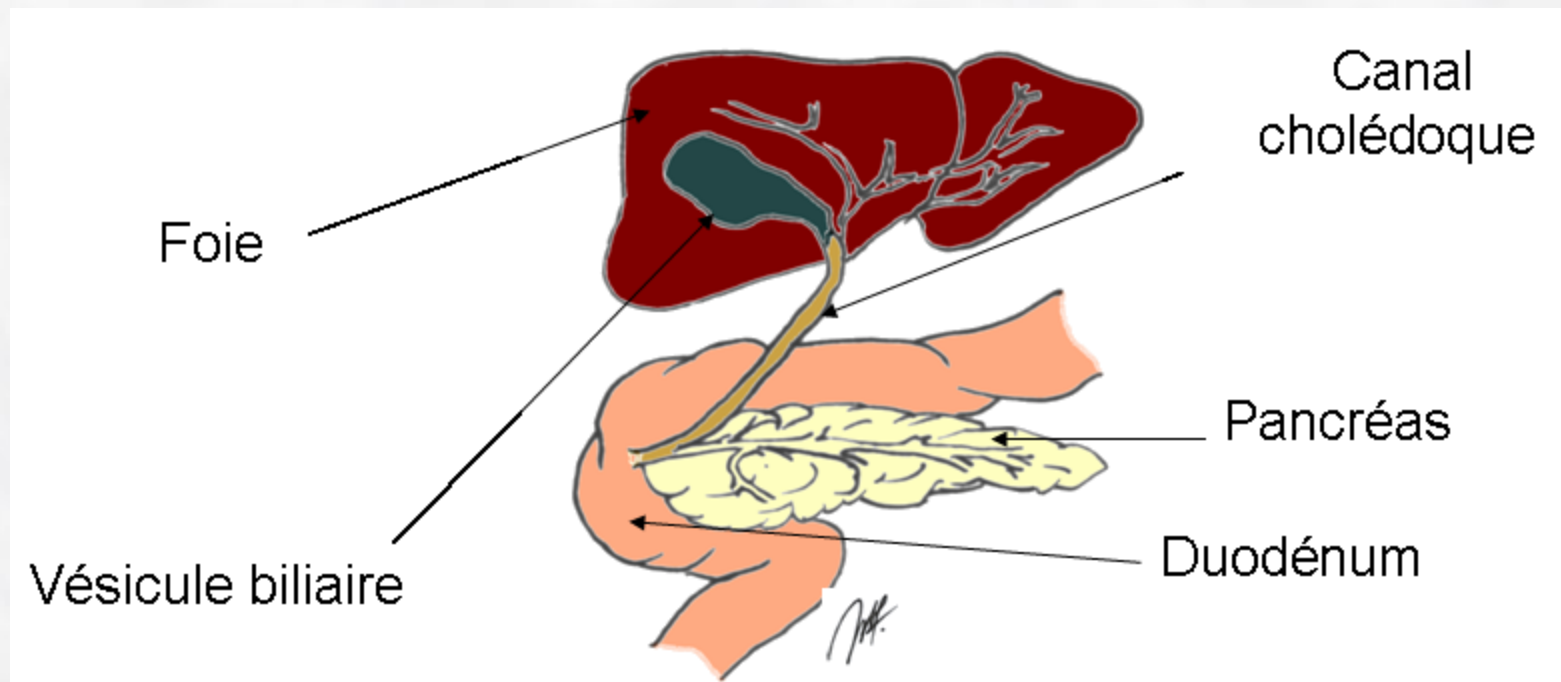
Les glandes annexes

Les glandes salivaires des mammifères (Homme)



Les glandes annexes

Autres glandes digestives des vertébrés Foie et pancréas



La cavité buccale

La digestion buccale est essentiellement **mécanique**

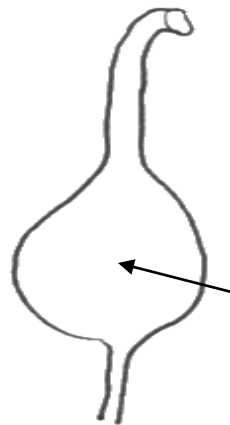
Les **lèvres**, les **dents** et la **langue** permettent la **préhension** des aliments, leur **écrasement** et leur **brassage** en présence du mucus buccal.

Chez les **mammifères** s'ajoute une **digestion chimique** grâce aux **enzymes salivaires** sécrétées par les **glandes salivaires**.

L'œsophage

C'est le **lieu de passage** des aliments. Il est très **riche** en glande à **mucus** et il est **dépourvue** de glandes sécrétant les **enzymes**.

L'œsophage d'oiseau développe un **jabot**, servant de réservoir et de lieu d'humidification des graines avalées lors de l'alimentation.



Œsophage
d'oiseau

jabot

Œsophage
des autres
vertébrés



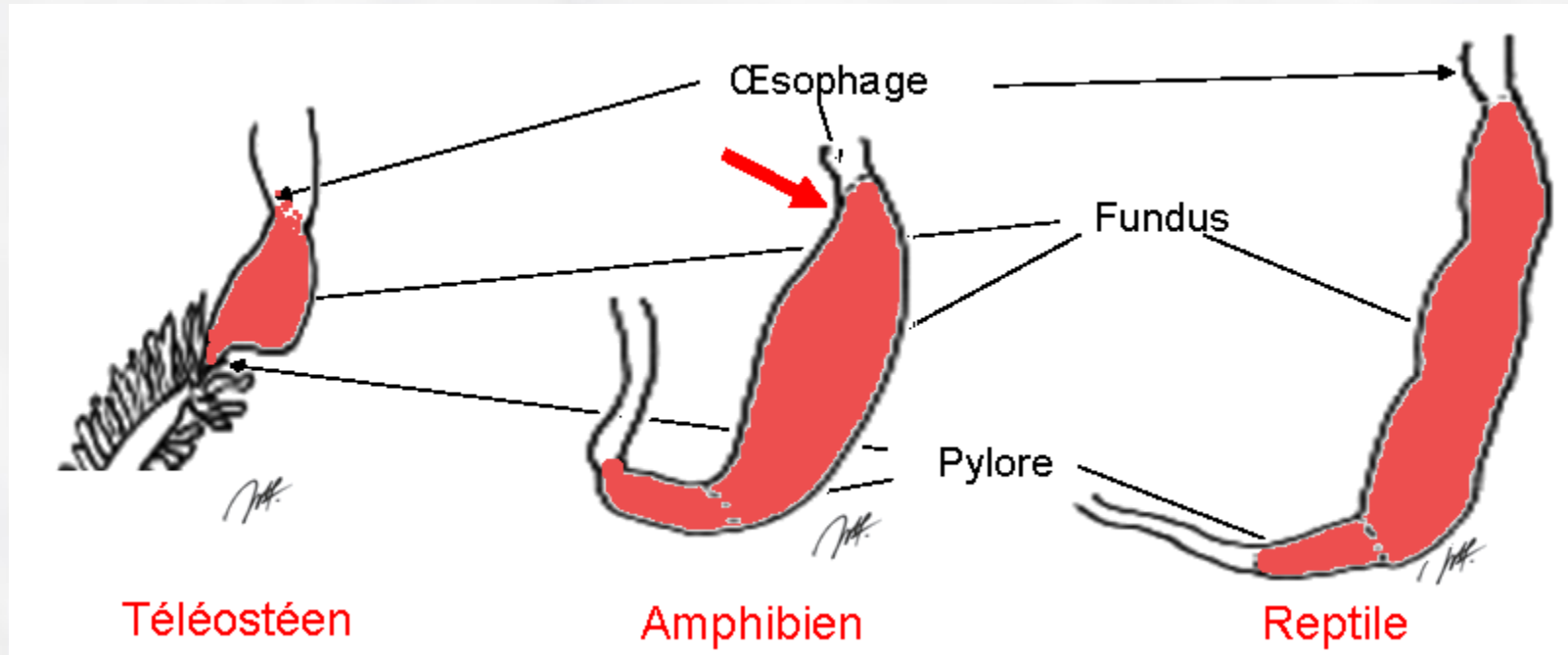
La cavité gastrique

La **digestion gastrique** est :

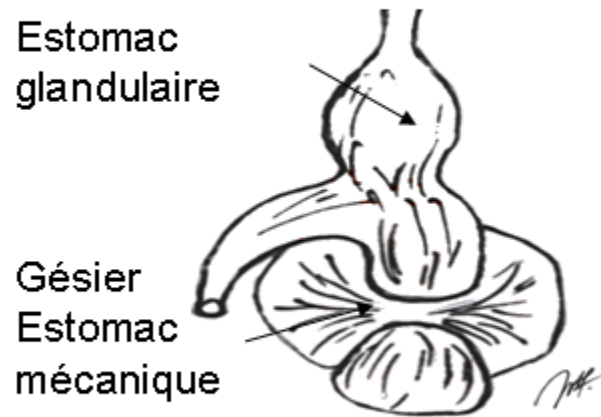
- **mécanique** par un brassage important du chyme stomacal (aliments, liquides et diverses sécrétions)
- **chimique** par le suc gastrique (mucus, HCl, protéases, lipase et d'uréase)

L'estomac assure également un **rôle endocrinien**.

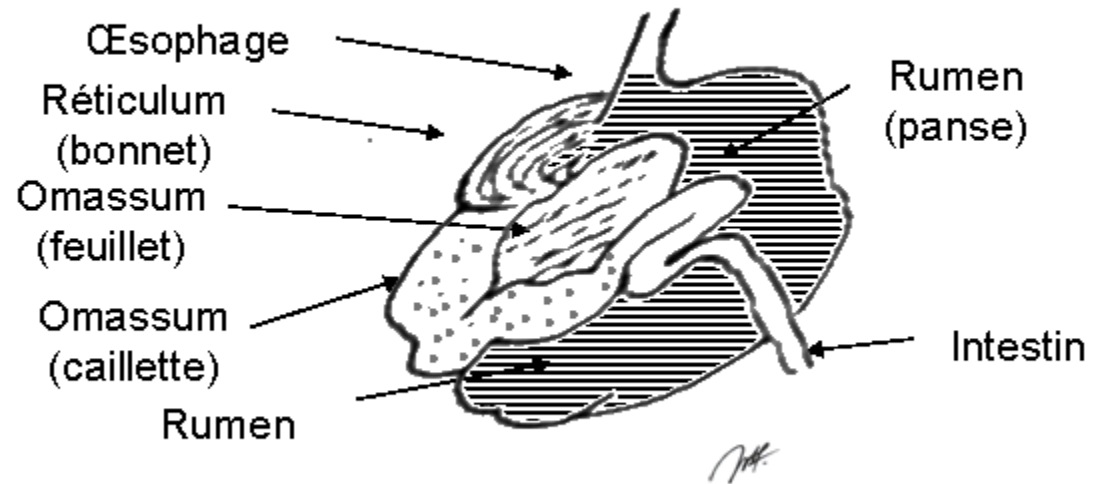
Evolution de la cavité gastrique (Estomac)



Evolution de la cavité gastrique (Estomac)



Oiseaux



Mammifère (ruminant)

Evolution de la cavité gastrique (Estomac)

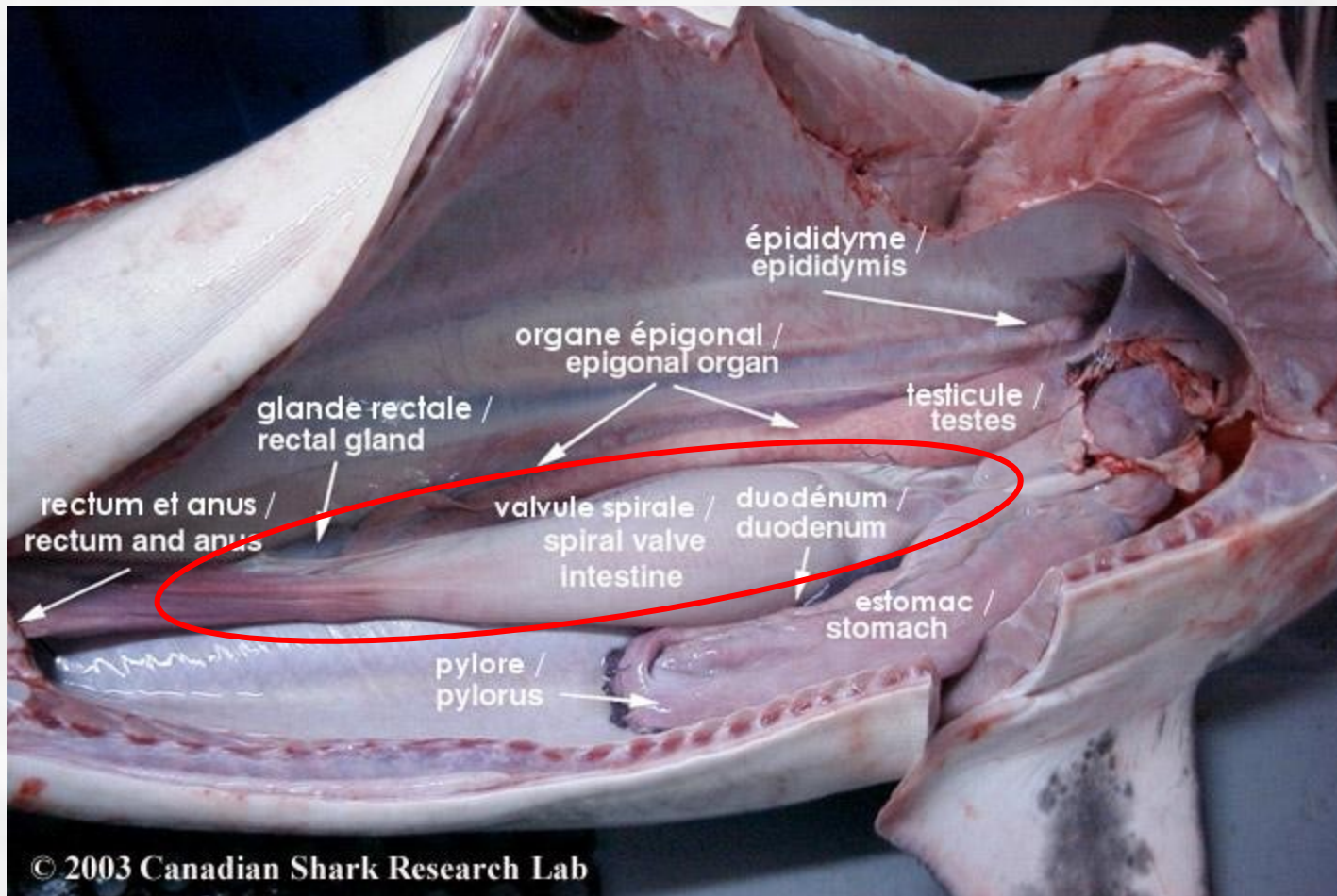
La différenciation de l'estomac commence par sa partie postérieure chez les poissons puis sa partie antérieure chez les amphibiens.

L'estomac est d'abord unilobé chez les poissons, les batraciens, et les reptiles.

Il devient plurilobé chez les oiseaux et les mammifères.

La régionalisation la plus poussée est trouvée chez les mammifères ruminants.

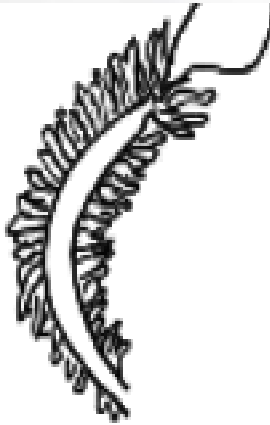
Evolution des intestins de vertébrés



Evolution des intestins de vertébrés



Sélacien
intestin large
et court

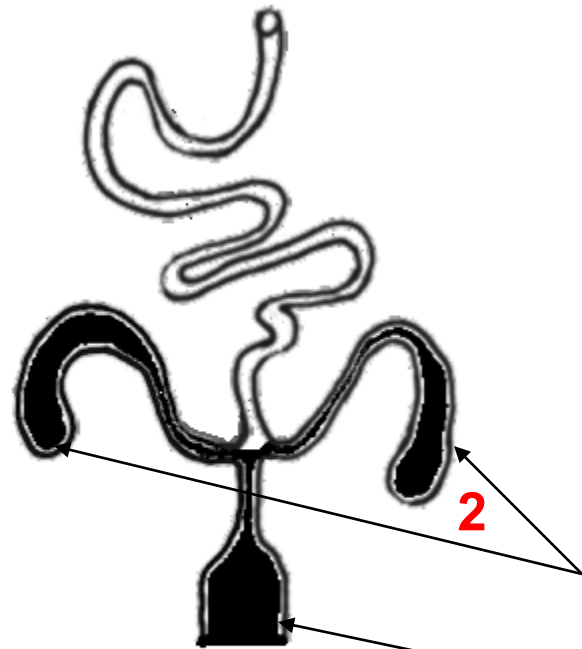


Téléostéen
intestins
pyloriques

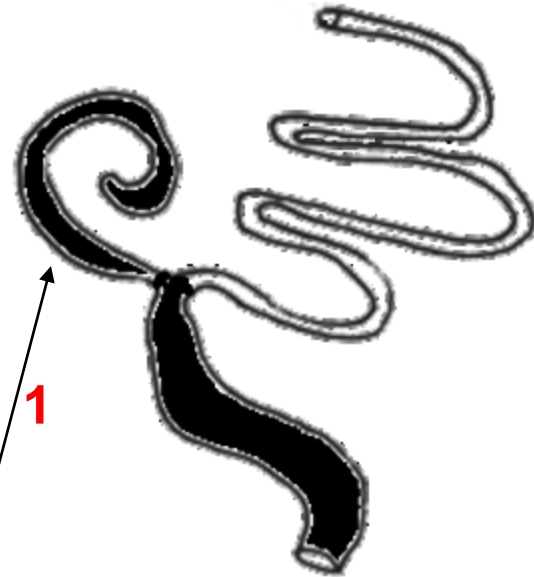


Amphibien & Reptile
intestin en spirale
avec *cloaque*

Evolution des intestins de vertébrés

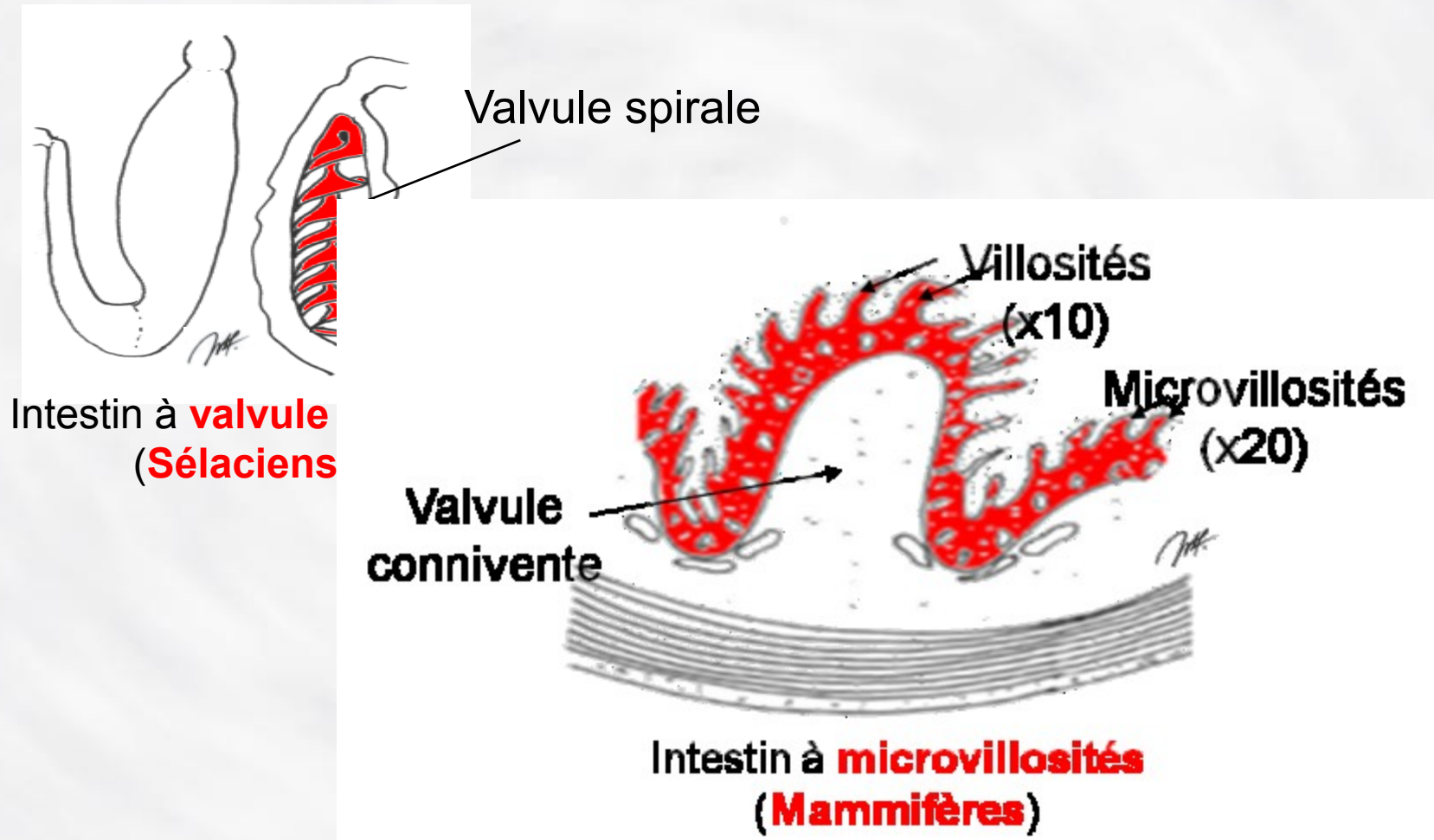


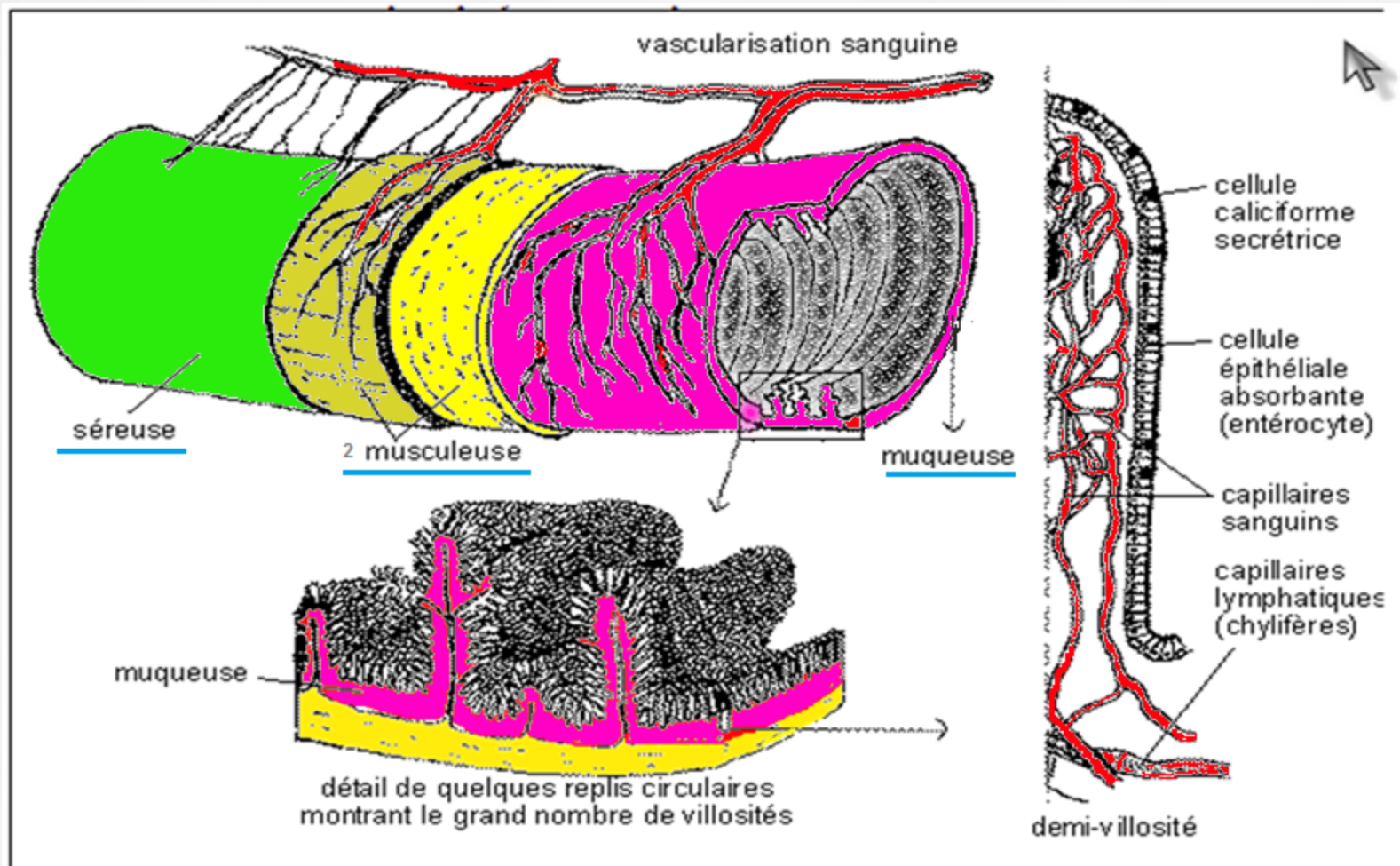
Oiseau
intestin avec 2 cœca
et un cloaque



Mammifère
intestin avec 1 cœcum

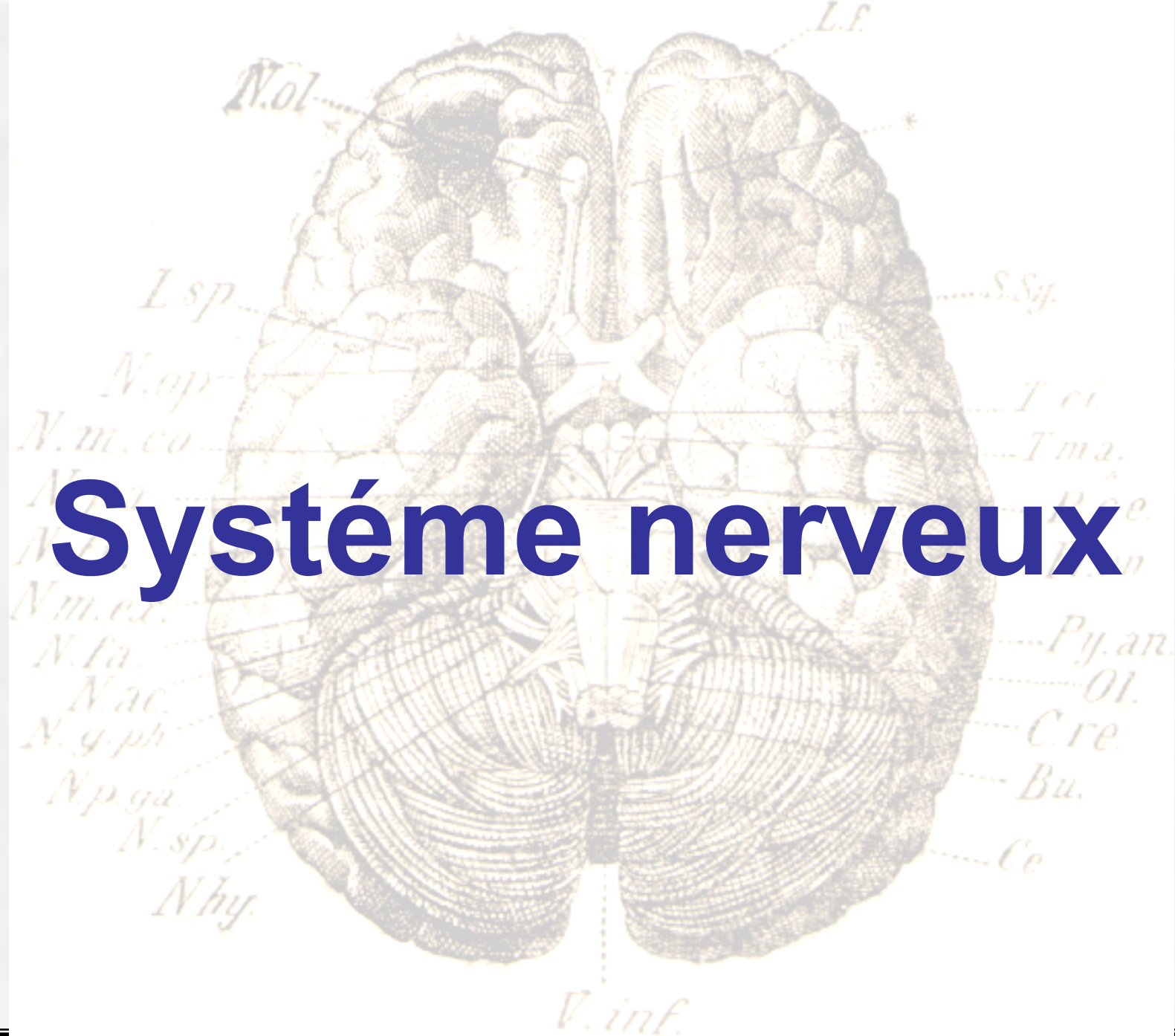
Evolution de la surface d'échange intestinale



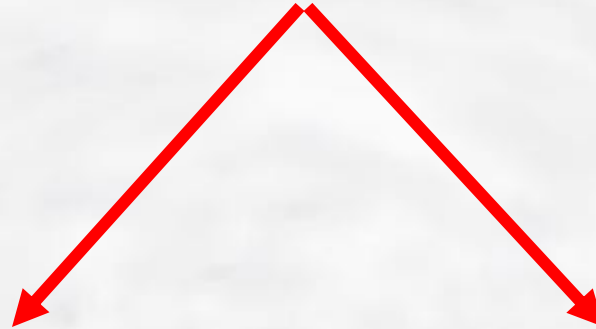


Schémas présentant la structure longitudinale de l'intestin
 (d'après Précis de physiologie, Doin, 1997; à comparer avec ceux du Tavernier p 73).

<http://pst.chez-alice.fr/svtiufm/mange.htm>



Le système nerveux



**Le système nerveux
central**

**Le système nerveux
périphérique**

➤ **Le système nerveux central**

partie du système nerveux protégée par le squelette.

- **Encéphale**

(cerveau, cervelet, tronc cérébral)

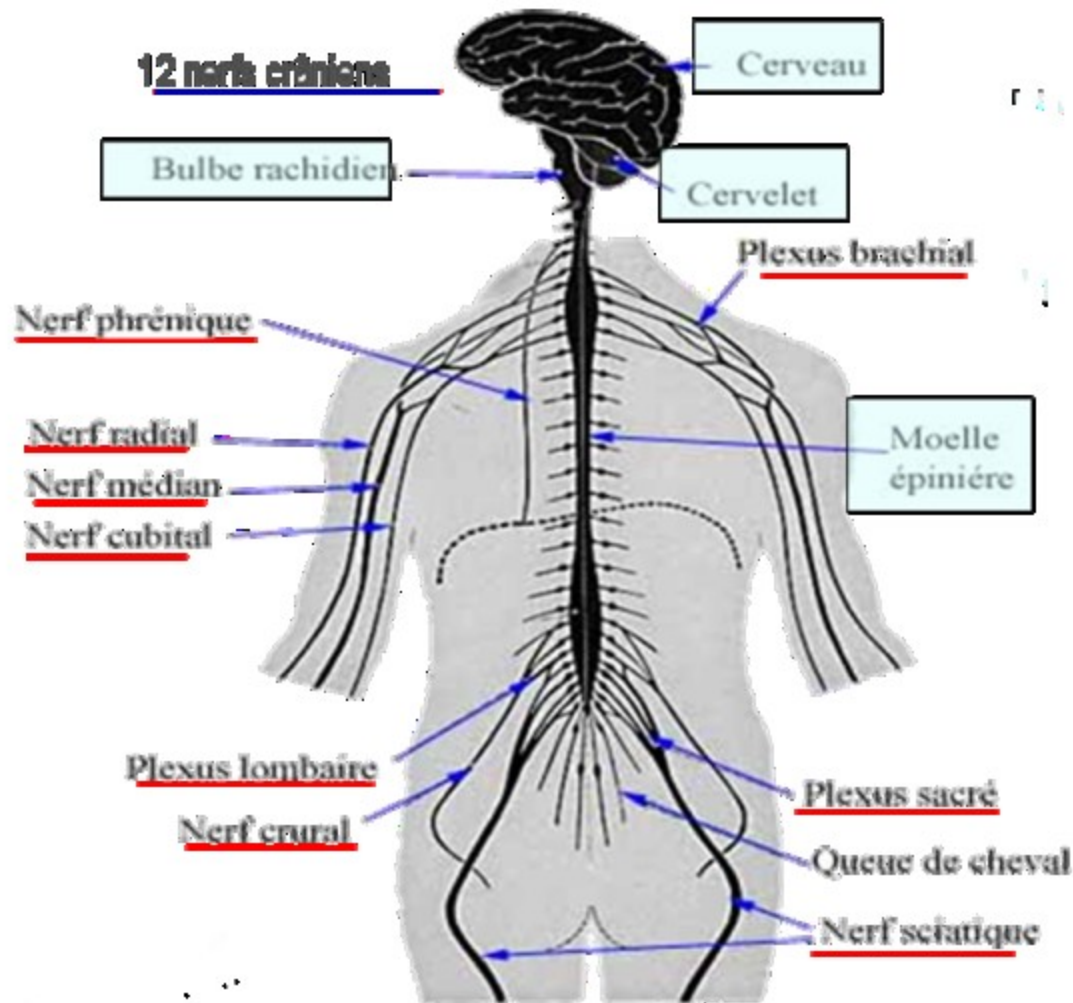
- **Moelle épinière.**

➤ **Le système nerveux périphérique**

- **Nerfs rachidiens**

- **nerfs crâniens**

Système nerveux cérébro-spinal



**Sy
ne
périph**

**système
erveux
entral**

Différenciations régionales du tube neural

A partir du tube neural embryonnaire on a :

Stade 3 vésicules **→** **Stade 5 vésicules**

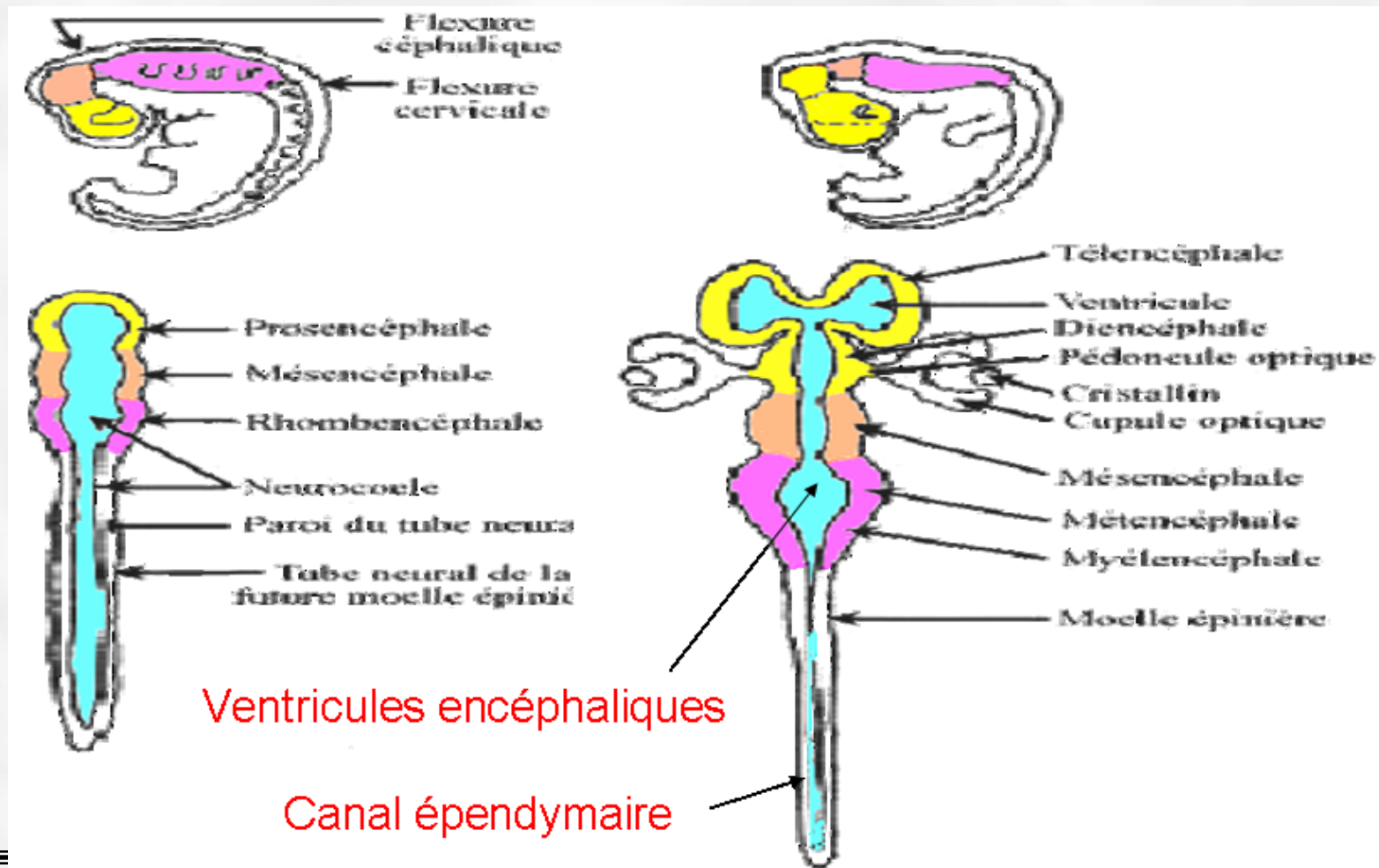
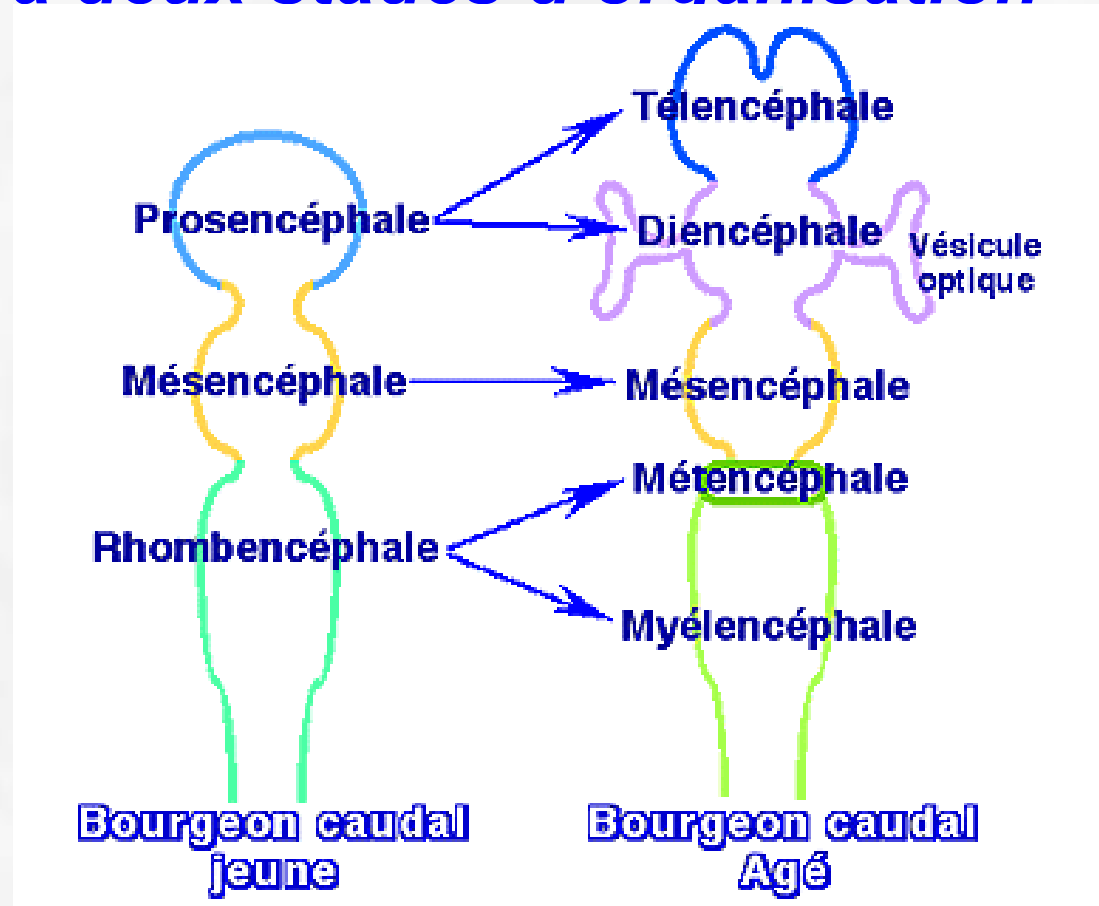
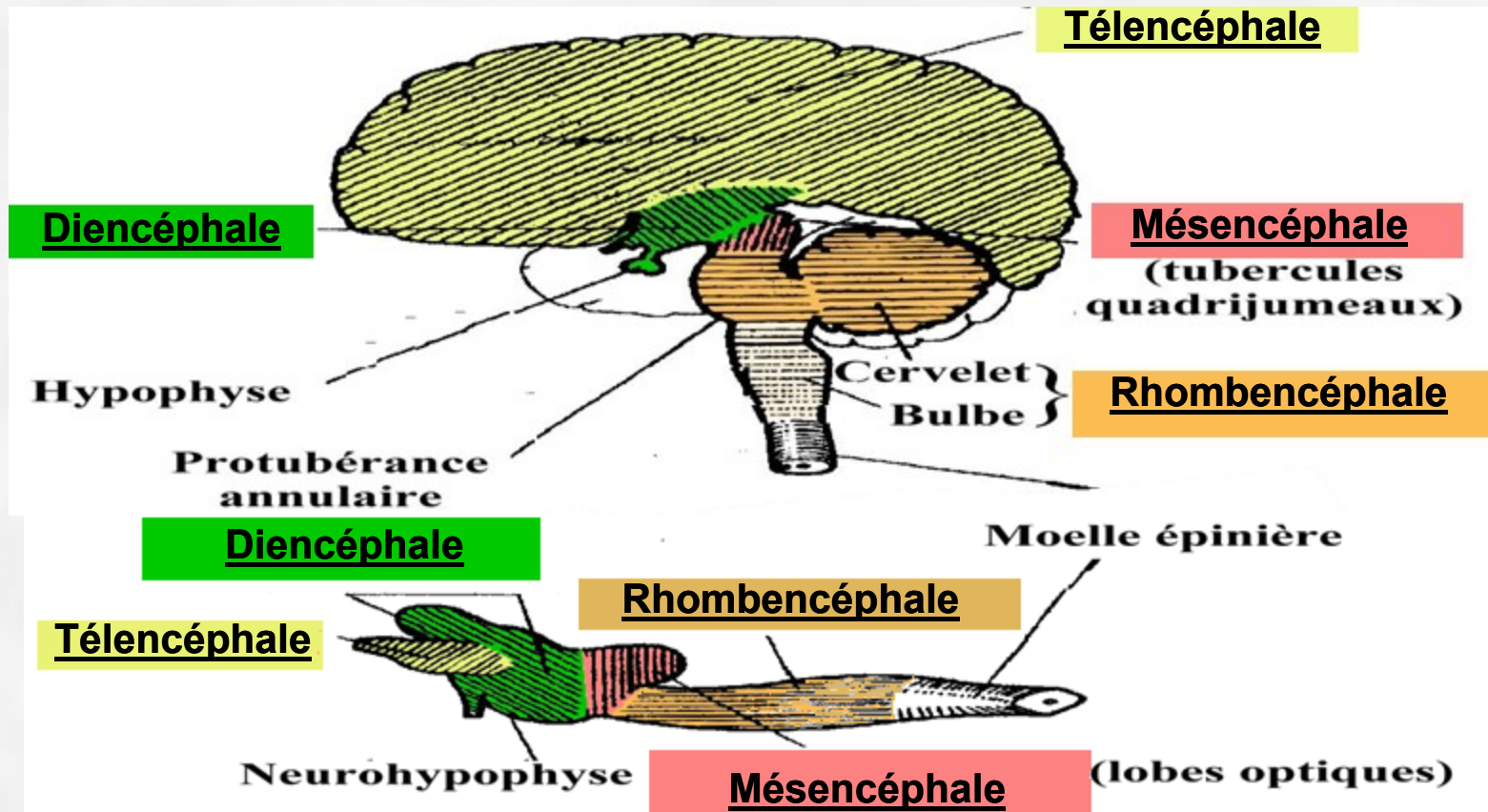


Diagramme de formation du cerveau à deux stades d'organisation



Formation du cerveau à deux stades de l'organogenèse, depuis la région antérieure (prosencéphale, télencéphale) jusqu'à la région postérieure (rhombencéphale, myélencéphale).

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/xenope1/organogenese/CervBCjAg.gif>

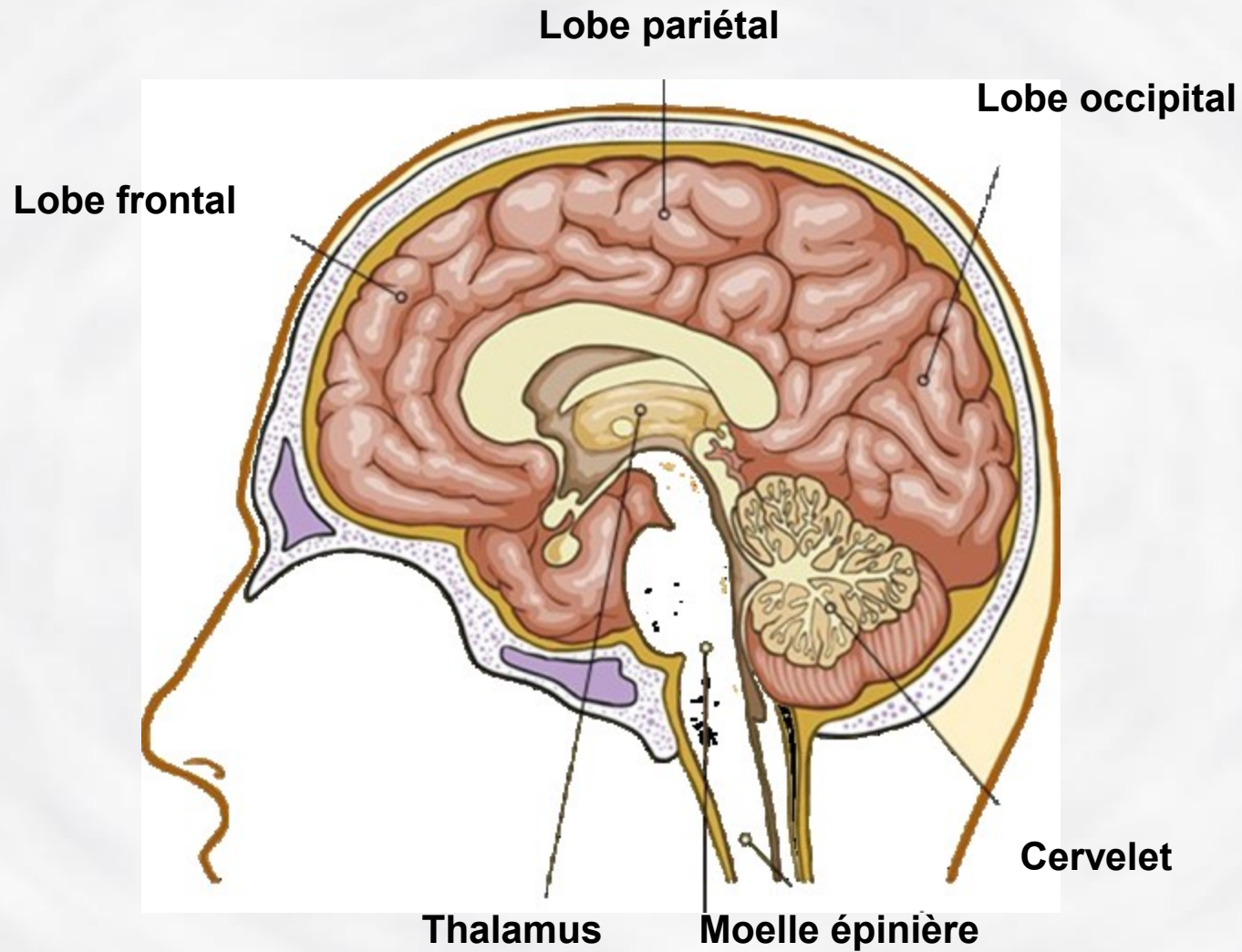


Les deux extrêmes de l'évolution de l'encéphale des vertébrés

En haut : cerveau humain (1300 g/75 Kg)

En bas : cerveau de lamproie (1 g/75 Kg)

Encéphale humain

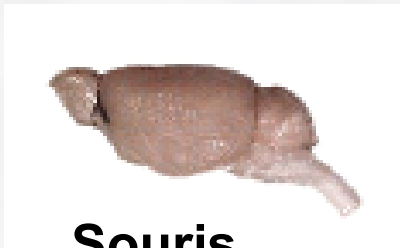


http://www.edoctor.ch/tmp_medias/253_500.jpg



Encéphale de mammifère

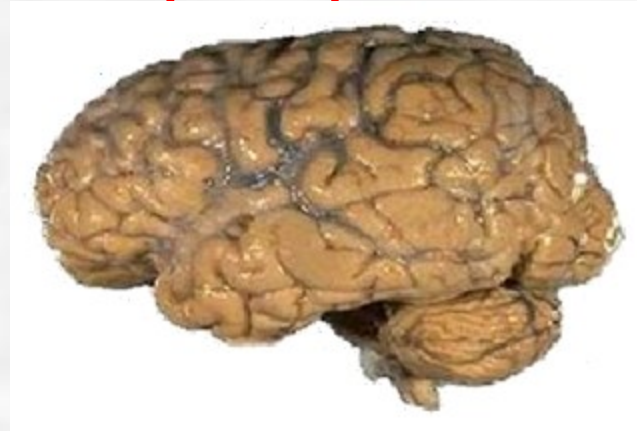
Lissencéphale



Souris

**Encéphale lisse sans
circonvolutions**

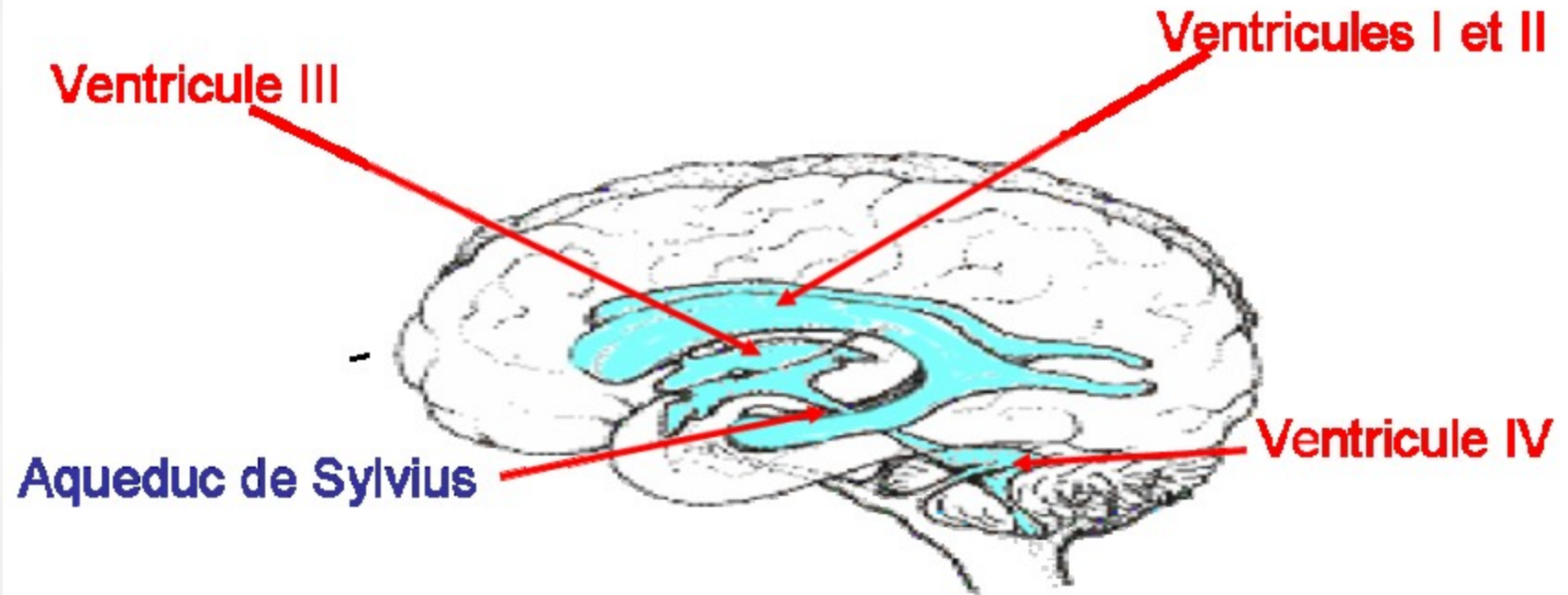
Gyrencéphale



**Encéphale
avec circonvolutions**

http://www.geologie-tournefeuille.com/documents/gc_homosapiens.php

Les ventricules encéphalique chez l'Homme



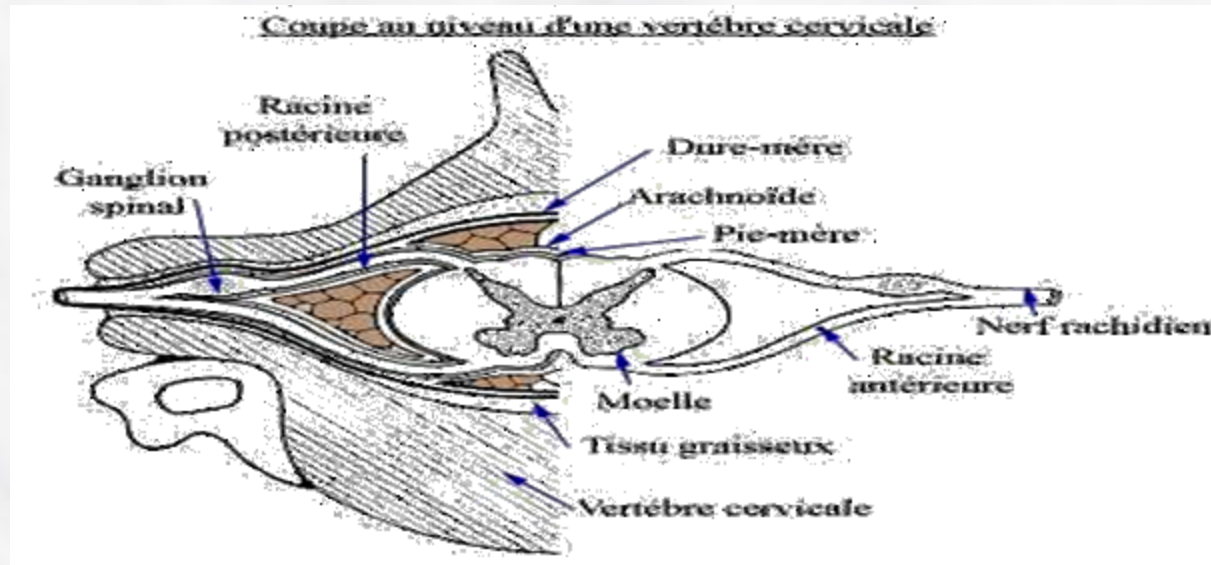
Ventricules I et II	◆.....▶	<u>Télencéphale</u>
Ventricule III	◆.....▶	<u>Diencephale</u>
Aqueduc de Sylvius	◆.....▶	<u>Mésencéphale</u>
Ventricule IV	◆.....▶	<u>Rhombencéphale</u>
		(métencéphale et myélencéphale)

Vésicules structures et fonctions

stade 3 vésicules	stade 5 vésicules	structures formées	fonctions
Prosencéphale	Télencéphale	Lobes olfactifs	odorat
		Hippocampe	mise en mémoire
		Cerveau	associations cérébrales ("intelligence")
	Diencephale	Rétine	vision
		Thalamus	centre de relais pour les neurones optiques et auditifs
		Epithalamus, Hypothalamus	contrôle de la température, du sommeil, de la respiration, du rythme circadien
Mésencéphale	Mésencéphale	Cerveau moyen	faisceaux de fibres axoniques entre diverses parties du cerveau
Rhombencéphale	Métencéphale	Cervelet (et Pont chez les mammifères)	coordination des mouvements musculaires complexes
	Myélencéphale	Bulbe	centre des réflexes autonomes; contrôle des fonctions végétatives

La moelle épinière

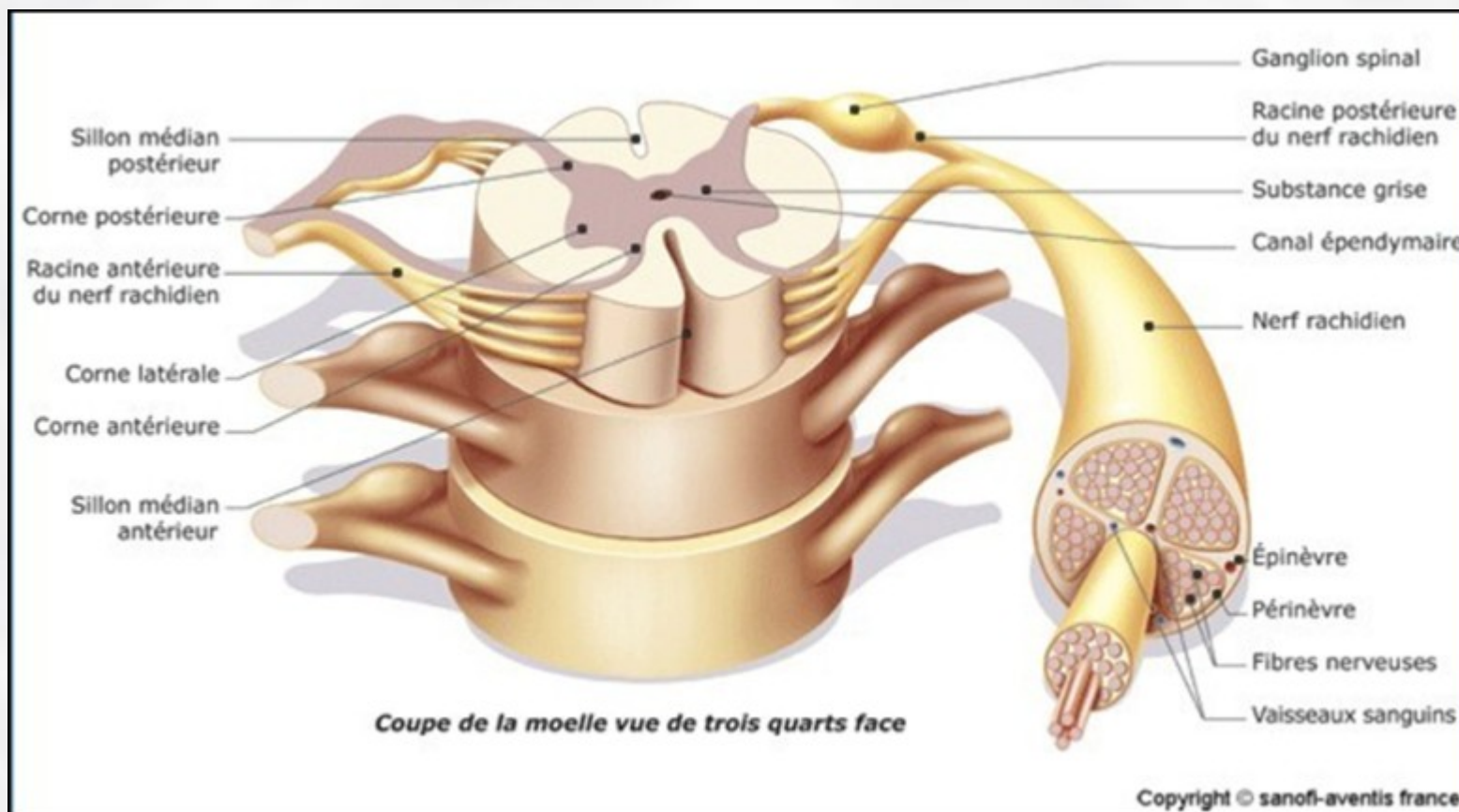
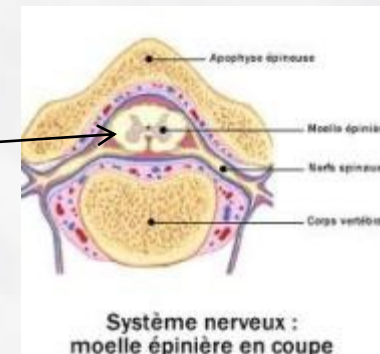
- La **moelle épinière** est **protégée** par l'**arc neural**.
- Elle est **perforée** par le **canal épendymaire** en communication avec les **ventricules encéphaliques**. Les **ventricules** et le **canal épendymaire** sont traversés par le **liquide rachidien**.



pendymaire

<http://www.medecine-et-sante.com/anatomie/anatmoellepi.html>

La moelle épinière



Le système nerveux périphérique

C'est tout le système nerveux **non protégé par un squelette**.

Il est divisé en :

1. Le **système nerveux somatique** avec les neurones sensitifs et moteurs innervant les muscles.

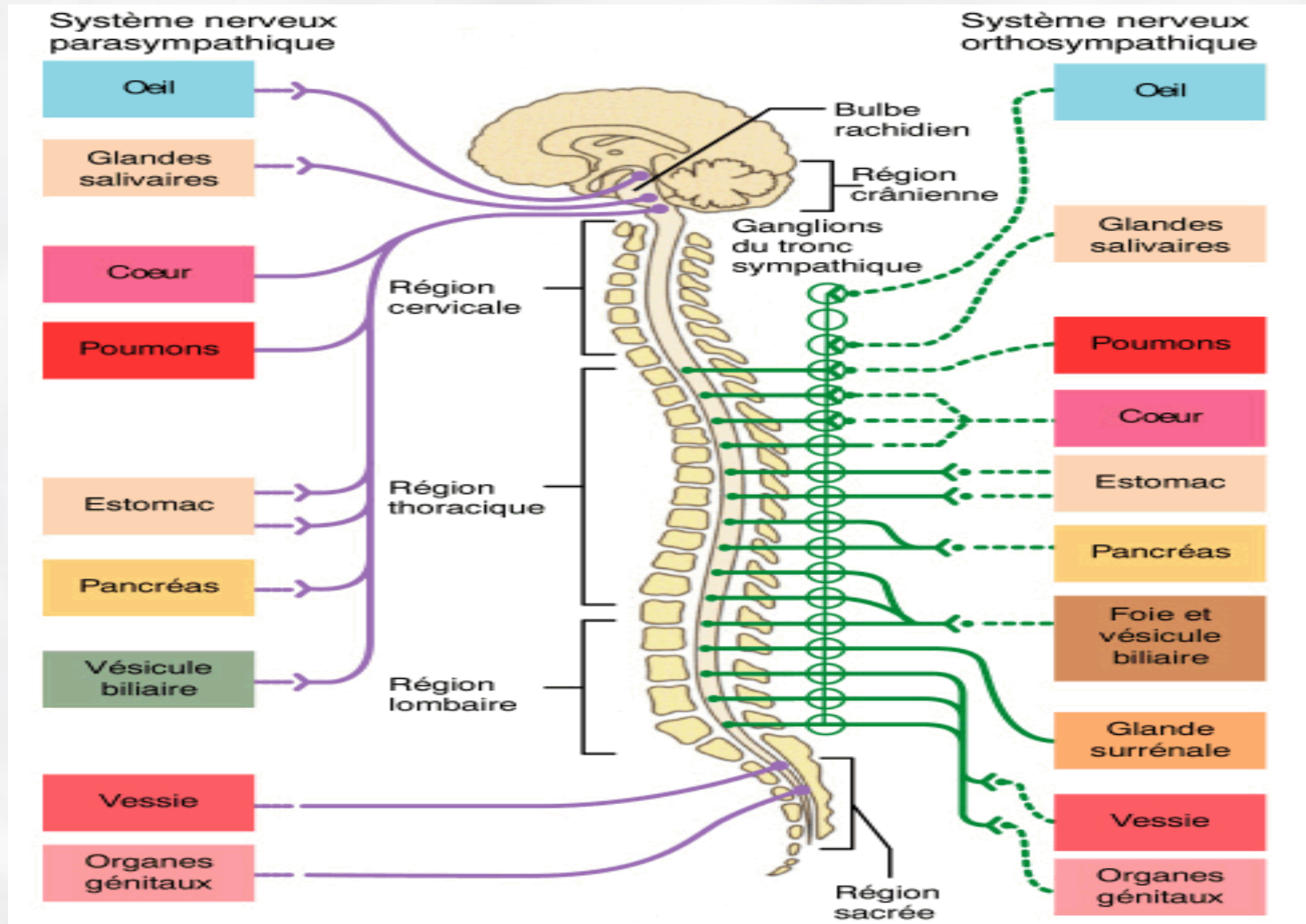
1. Le **système nerveux sympathique ou végétatif**.

C'est le système nerveux relié aux organes internes (les glandes, les muscles lisses, les vaisseaux, la peau,...). Il fonctionne de façon autonome pour assurer la régulation des fonctions vitales (respiration, rythme cardiaque, digestion, sécrétions hormonales...).

Le système nerveux sympathique est divisé en

- **système orthosympathique**, essentiellement excitateur.
- **système parasympathique**, essentiellement inhibiteur.

Le système nerveux périphérique

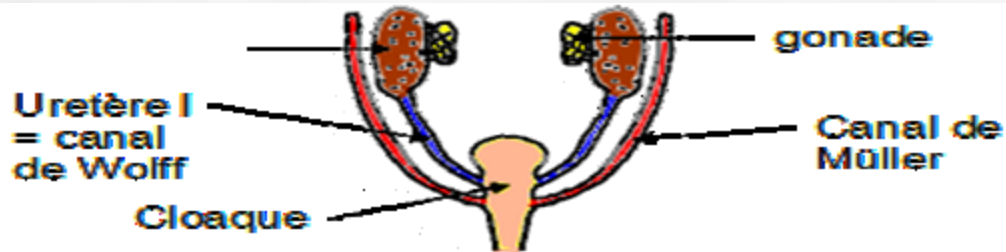


http://www.museum-marseille.org/marseille_cerveau_systeme_nerveux.htm

Appareil Uro-génital

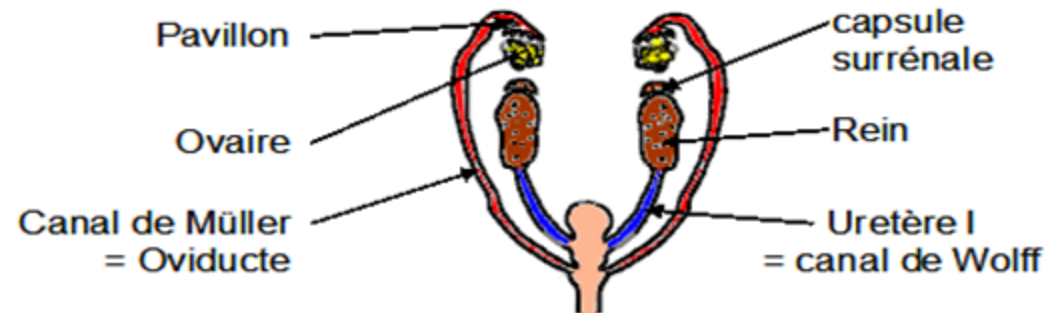
Malgré leurs différences, les organes urinaires et génitaux sont des éléments constamment associés chez les vertébrés.

Développement embryonnaire de l'appareil uro-génital

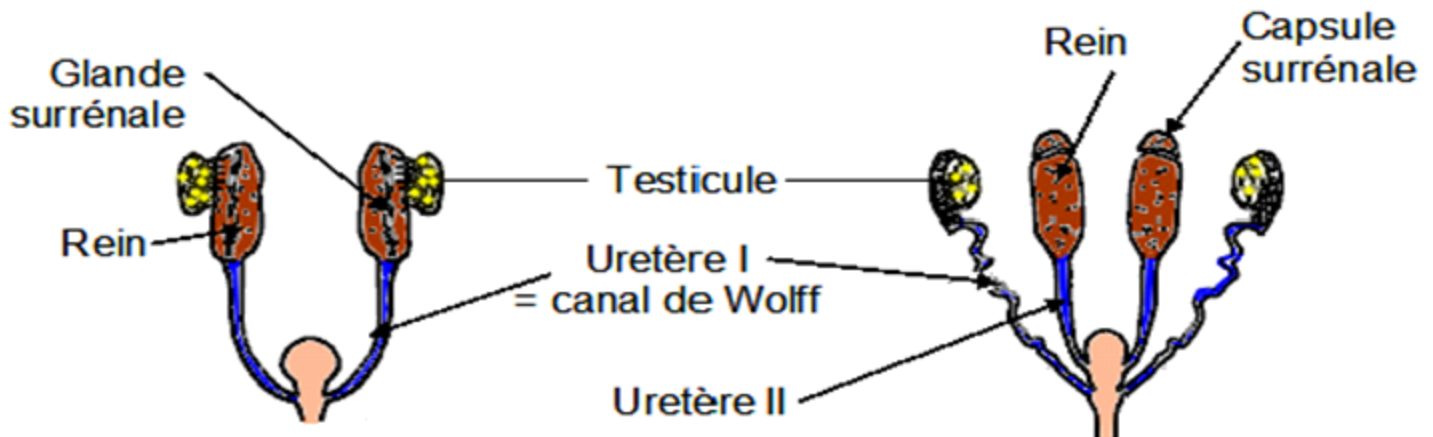


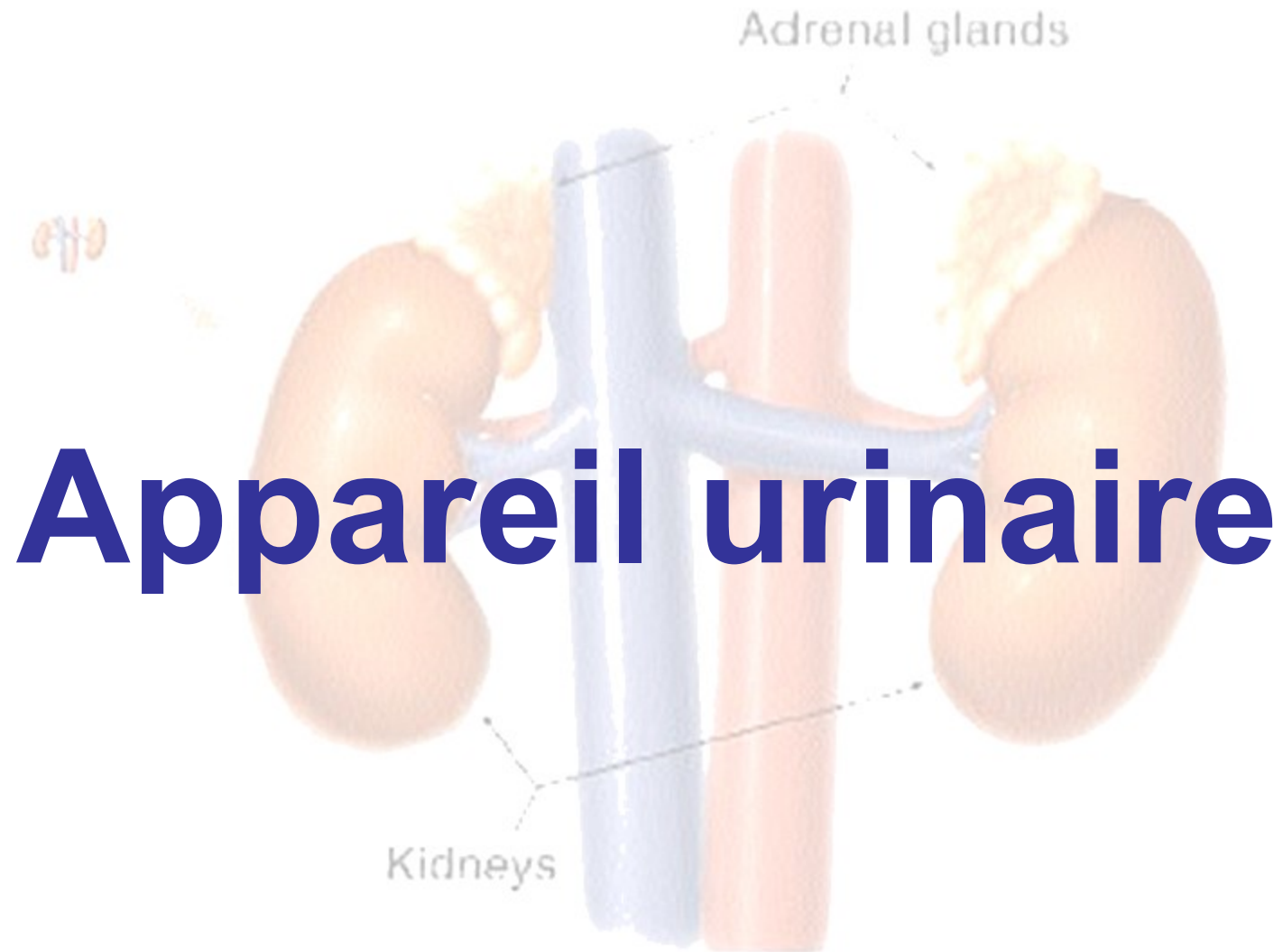
Stade embryonnaire
indifférencié

Femelle

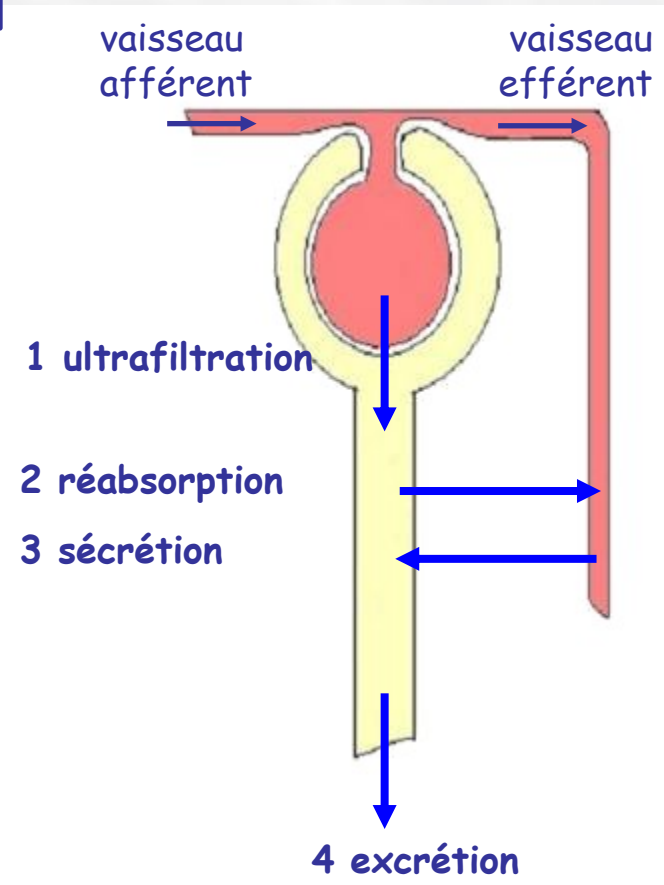
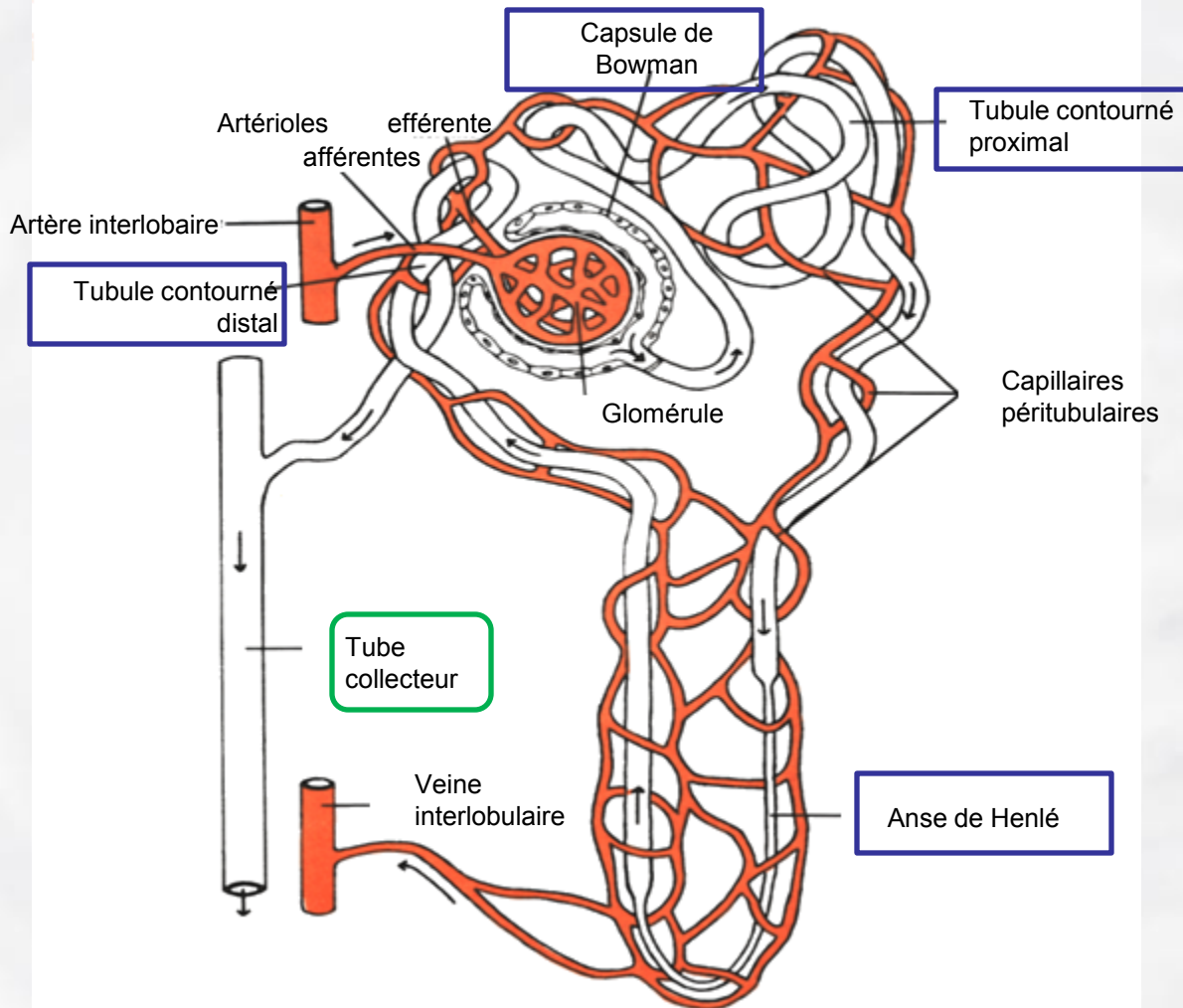


MÂLE





L'unité fonctionnelle du rein : le *néphron*



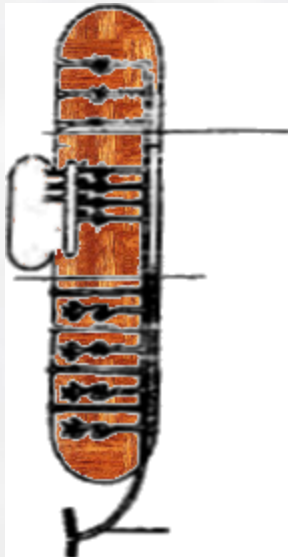
Anatomie du néphron

(schéma dans Circulation, respiration, excrétion, Bernard Dugas, BioModule1979)

L'unité fonctionnelle du rein est formée par le **néphron** qui est constitué de deux parties :

- Le **glomérule** largement vascularisé
- Le **tubule** urinaire, lui-même divisé en trois parties
 - Le tube contourné proximal
 - L'anse d'Henlé
 - Le tube contourné distal

Développement embryonnaire du rein



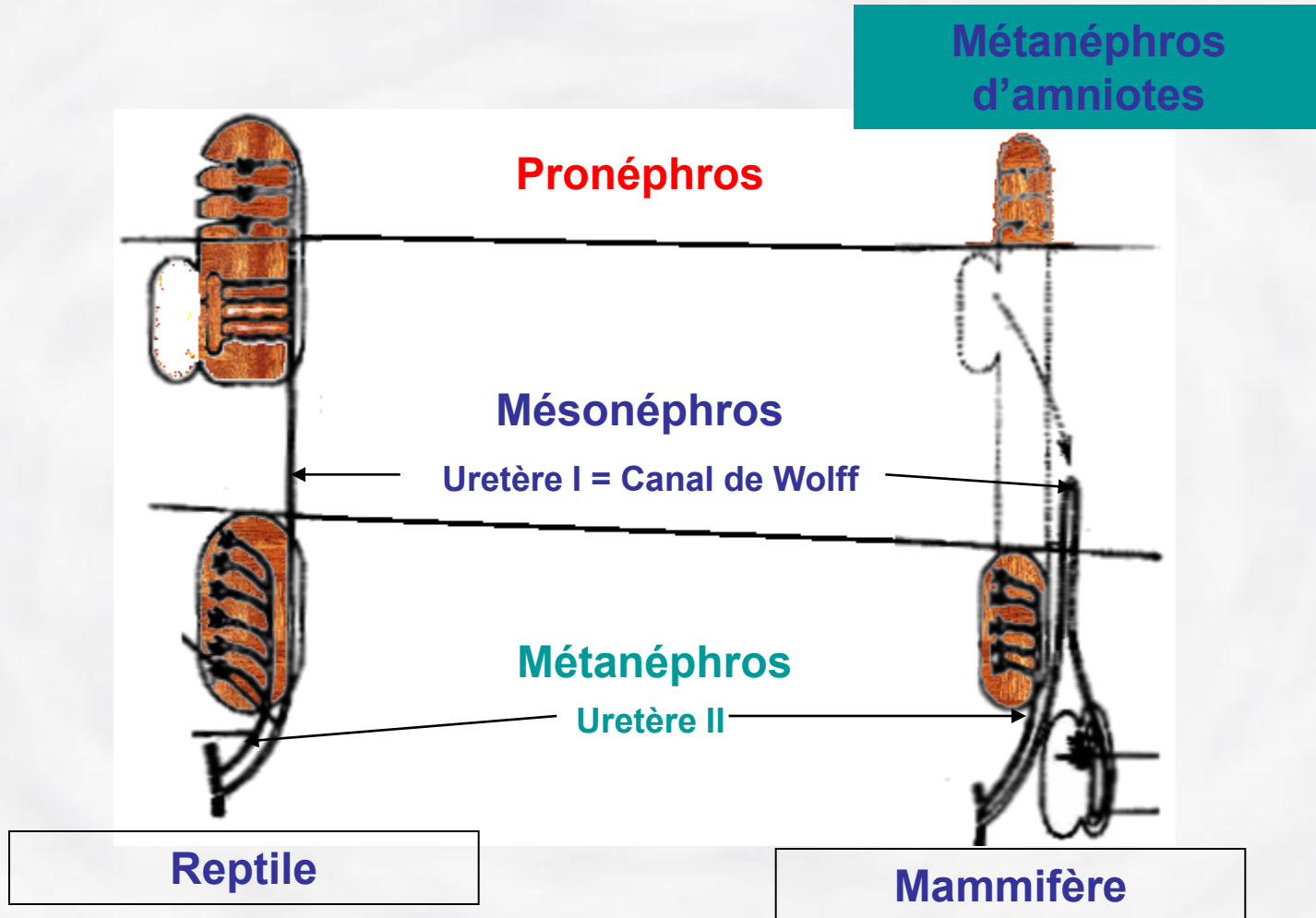
Pronéphros

Mésonephros

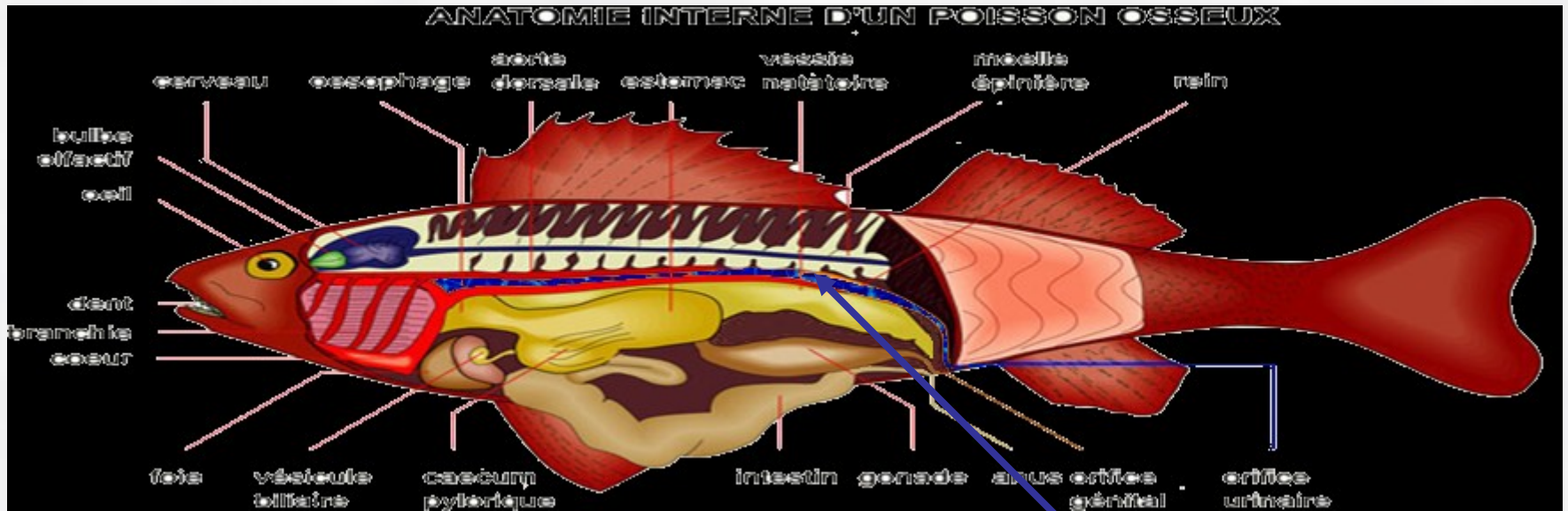
Uretère I = Canal de Wolff



Développement embryonnaire du rein



Le rein primitif des poissons



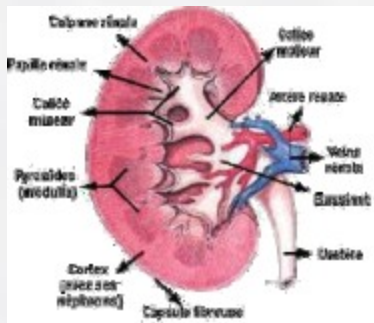
http://www.infovisual.info/02/033_fr.html

Rein fragile qui longe tout le tronc de l'animal

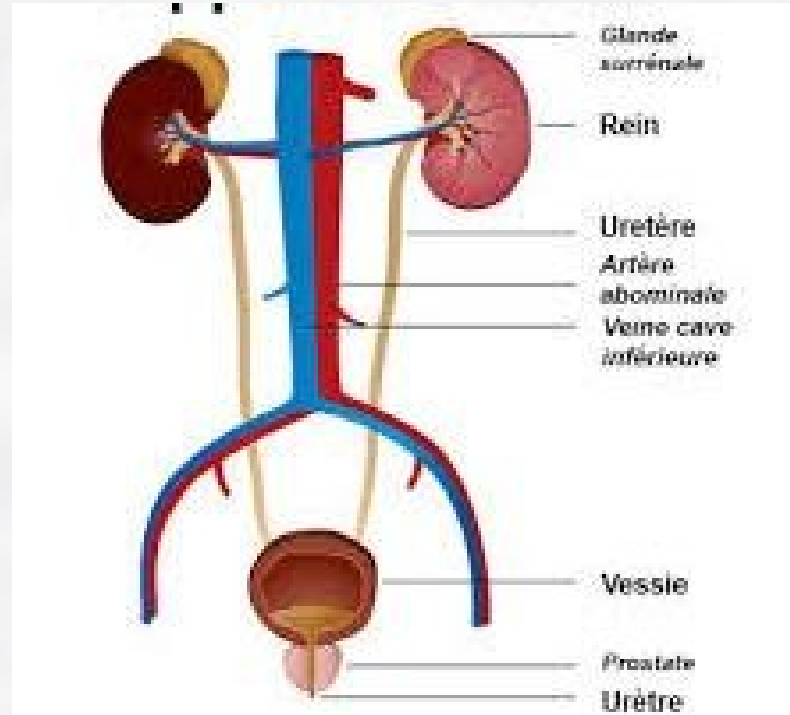


Le rein évolué des mammifères (Homme,

http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRoyDEyvnXWGIAO4hAPb0mI9MHUKTPG-aZRYhzNoYi5TIO_VQDcqg



<http://mktg.factosoft.com/consoglob/image-upload/img/rein-coupe.jpg>



<http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSwQILmY9k8uwiTG3bYwI7ss15btvJKGvqIKFsh-gD9hggQpVo>



<http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR738XMfqUzboKxKeDw02Krrbwn9m5ZxZn9kulMPHmLbDyfd7cw>

Rein au niveau lombaire.
Sa structure est compacte
grâce à la présence du tissu conjonctif dense.

Evolution du rein

Morphologie

- Le rein se condense vers l'arrière du corps
- Il devient de moins en moins fragile.

Anatomie

• Etat embryonnaire

La fonction rénale commence par le stade **pronéphros fonctionnel** suivie dès la formation du mésonéphros par la **dégénérescence du pronéphros et le fonctionnement du mésonéphros**.

Etat adulte

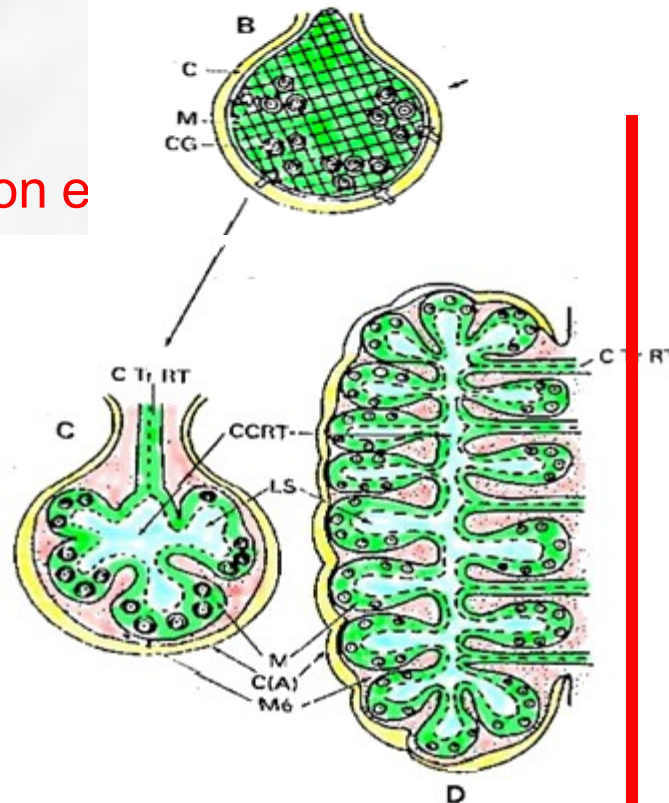
- Chez les **anamniotes** le **mésonéphros** devient le rein définitif et **fonctionnel**. On l'appelle alors **opisthonéphros**.
- Chez les **amniotes** le développement embryonnaire du rein se poursuit pour former le **métanéphros définitif et fonctionnel** chez l'adulte.



Appareil génital

Développement embryonnaire des gonades de vertébrés

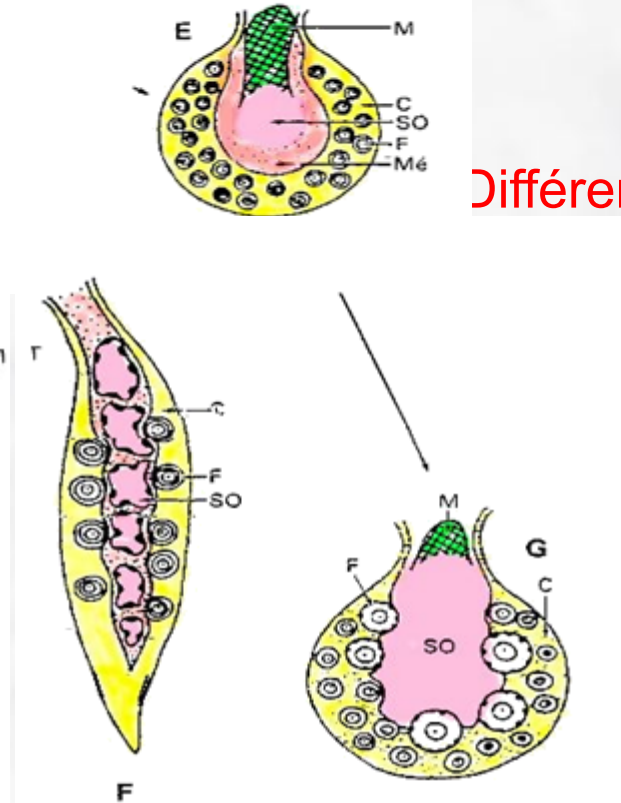
Différenciation en
mâle



Testicules
(p)

Déterminé

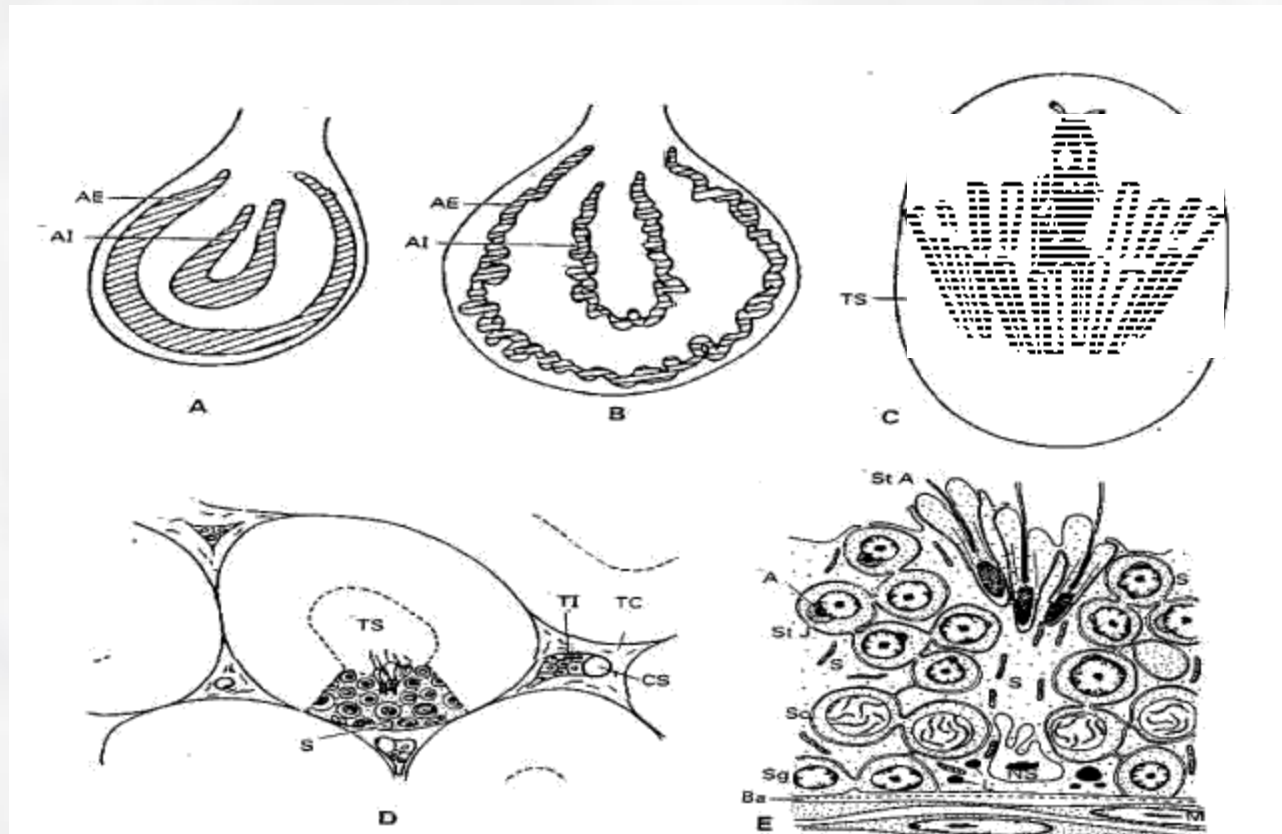
Différenciation en
femelle





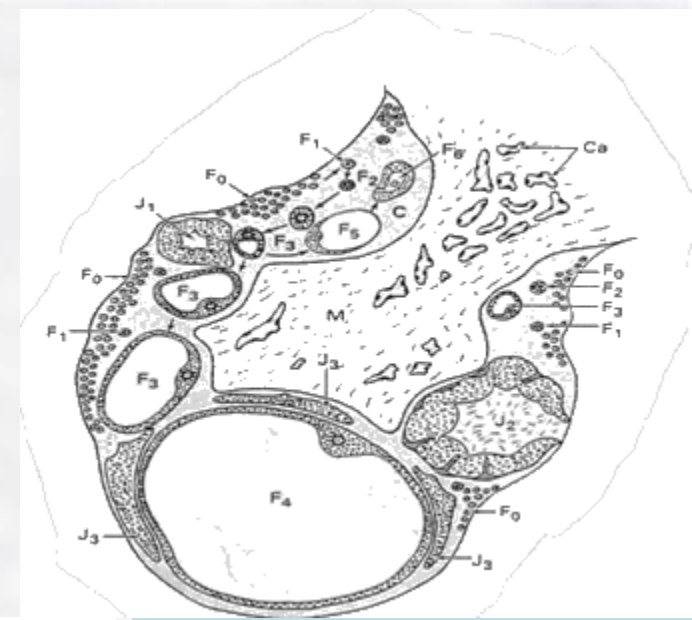
Différenciation en mâle suite

testicules tubulaires
(évolués)

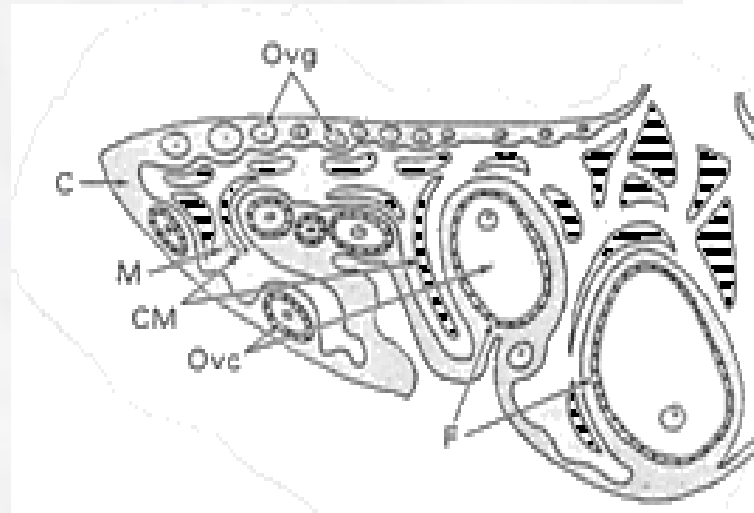


Différenciation en femelle

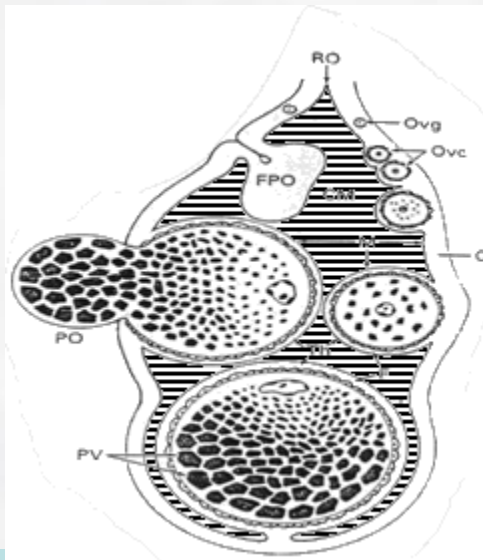
Les différentes formes d'ovaires



Ovaire plein de mammifère (évolué)



Ovaire intermédiaire de caille avec cavités lacunaires



Ovaire creux de grenouille (primitif)